



## Table des Matières

#0 Introduction d'Électro-Bidouilleur.....	3
#9 Compteur de Fréquence.....	4
#10 PIC à Bas Coût.....	6
#13 Introduction Sacs Antistatique.....	9
#14 Fabrication Pistes Impédance Contrôlée.....	11
#15 Introduction au Générateur RF.....	13
#16 Introduction Générateur de Fonction.....	15
#18 Protection contre DES.....	17
#19 Ajustement Compteur de Fréquence.....	19
#20 Régulateur Courant avec LM317.....	21
#21 Conseils pour Hamfests.....	23
#22 Petits Outils.....	25
#23 Enregistrement de Données à Long Terme.....	26
#24 Voltmètre RF simple.....	28
#25 Batterie Chinoise Bleue.....	30
#26 Projet PIC: Annonce du Projet.....	32
#29 Projet PIC: Objectifs.....	34
#30 Projet PIC: Explication Base.....	35
#31 Projet PIC: Essai statique.....	36
#32 Projet PIC: Essai #1.....	37
#33 Projet PIC: Essai #2.....	39
#34 Projet PIC: Essai #3 UART.....	41
#35 Projet PIC: Essai #4 Python.....	42
#36 Projet PIC: Essai #5 GUI#1.....	43
#37 Projet PIC: Essai#6 GUI#2.....	45
#38 Projet PIC: Essai#7 Puiss.....	47
#39 Projet PIC: Calcul Erreur.....	48
#40 Projet PIC: Amélior. S/W.....	49
#42 Adieu RadioShack.....	51
#43 Création plaquette.....	53
#44 Intro au Quartz.....	55
#45 Projet PIC: Capture de Schéma.....	58
#46 Ampli Distrib.....	61
#47 Projet PIC: PCB positionnement des Pièces.....	63
#48 Restauration R301 P1.....	66
#49 Projet PIC: PCB routage.....	67
#50 Invitation Questions.....	69
#51 Restauration R301 P2.....	70
#52 Projet PIC: Fignolage et Gerbers.....	72
#53 Restauration R301 P3.....	74
#54 Marketing pour Naïfs - Cables Secteur Hi-Fi.....	76



#55 Restauration R301 P4.....	78
#56 Q&R #1.....	80
#57 Restauration R301 P5.....	82
#58 Intro Ampli-Op p1.....	83
#59 Restauration R301 P6.....	85
#60 Q&R #2.....	86
#61 Restauration R301 P7.....	89
#62 Intro Ampli-Op p2.....	90
#65 Oeil Magique LCD p1.....	92
#66 Intro Ampli-Op p3.....	93
#67 Oeil Magique LCD p2.....	96
#69 Q&R #3.....	98
#70 Oeil Magique LCD p3.....	101
#71 Intro Ampli-Op p4.....	102
#74 Référence VIR-CC p1.....	105
#75 Référence VIR-CC p2.....	107
#77 Référence VIR-CC p3.....	109
#78 Q&R #4.....	111
#79 Référence VIR-CC p4.....	115
#80 Intro Ampli-Op p5.....	116
#82 Dissection Résistance Décade.....	118
#83 Hamfest Deerfield.....	119
#84 Adaptateur MilliOhm-Mètre.....	121
#86 Intro Analyseur Spectral RF.....	123
#89 Intro Ampli-Op p6.....	128
#90 Kit Composants Débutant. p1.....	131
#91 Q&R #5.....	133
#92 Mesures Anal. Spec. p1.....	137
#95 Mesure Anal.Spec. p2.....	140
#96 Kit Pièces Début. p2.....	142
#97 Marketing naïf – Câbles de Secteur Hi-Fi.....	145
#99 Mesure Anal.Spec. p3.....	147
#100 Q&R #6.....	149



## #0 Introduction d'Électro-Bidouilleur

Salut. L'électro-Bidouilleur, c'est moi! Je vous présente ma chaîne Youtube de bidouillage en électronique. J'ai pensé créer cette chaîne en français car je trouve qu'il n'y a pas suffisamment de chaîne de ce genre. Ça fait plus de 30 ans que je m'amuse dans l'électronique, dans mon passe-temps la radioamateur, et au niveau professionnel en conception électronique. Donc j'aimerais vous communiquer mon expérience de toutes sortes de façons, soit par l'entremise de trucs et astuces, en vous relatant l'évolution de mes projets, sous forme d'introduction à des appareils pour les débutants, en faisant des recommandations personnelles ou même en répondant à vos questions. Je vais tâcher de produire des vidéo régulièrement. Alors faites-moi part de vos suggestions de sujets par l'entremise des commentaires de cette vidéo, our sur Facebook! Amusez-vous bien et À la prochaine!



## #9 Compteur de Fréquence

Bidouilleurs/Bidouilleuses salut.

Aujourd'hui, je vous présente un autre instrument de mesure de base pour le bidouilleur en électronique: Il s'agit du compteur de fréquence.

==THEME==

Le compteur de fréquence est un instrument qui sert avant tout à mesurer le nombre de cycles d'un signal alternatif dans un temps donné. Ce temps est habituellement d'une seconde.

==DIAGRAMME BLOC==

Regardons un diagramme-Bloc très simplifié d'un compteur de fréquence. Il s'agit d'abord de façonner le signal à mesurer pour que les portes logiques puissent bien fonctionner. Ce signal est appliqué à une porte. Sur l'autre branche, on a une référence de temps interne du compteur, que l'on divise pour arriver à un temps d'acquisition de 1 seconde. Cette période de 1 seconde ouvre le passage au signal inconnu vers un compteur d'impulsions pour une durée de 1 seconde. Il s'agira en fait de la fréquence du signal, exprimée en cycles par seconde, ou en Hertz, l'unité de mesure de la fréquence. Le tout est affiché pour l'utilisateur.

==RETOUR SUR BZ==

Mais le compteur de fréquence peut faire beaucoup plus que cela. Il y a en fait deux grandes classes de compteurs:

D'abord le compteur de fréquence proprement dit, qui mesure la fréquence et la période, qui est l'inverse mathématique de la fréquence. Mais il y a aussi le compteur universel, qui fait beaucoup plus que mesurer la fréquence. Un compteur universel pourra par exemple:

- 1- mesurer l'intervalle de temps entre 2 événements,
- 2- faire une moyenne sur plusieurs échantillons,
- 3- compter le nombre d'impulsions reçues indépendamment du temps,
- 4- ou même calculer le rapport des fréquences de 2 signaux AC distincts.

Comme vous le voyez, le compteur universel est un outil très versatile.

Mais débutons en regardant le compteur de fréquence simple.

==CUT==

==ZOOM SUR Compteur cheap==

Voici un compteur de fréquence bon marché. L'atout principal de ce compteur est qu'il est portable et il fonctionne à pile. De par le nombre de chiffres affichés (un maximum de 7), on comprend que ce n'est pas un compteur de haute résolution (les lectures sont à 100 Hz près), ni donc un compteur de haute précision. Il mesure la fréquence en 3 gammes, soit jusqu'à 10 MHz, de 1 à 50 MHz et de 50 MHz à 1.3 GHz. On a le choix d'une haute impédance d'entrée et d'une impédance d'entrée de 50 Ohms, qu'on activera sur les signaux RF venant d'un câble coaxial. Le compteur possède 2 temps d'échantillonnage, le temps plus rapide affichant la fréquence avec moins de chiffres, mais donnant des lectures plus rapides. Il est possible d'ajuster la fréquence de référence interne (donc l'exactitude) de ce compteur en pratiquant un petit trou ==MONTRER== dans lequel on peut insérer un tournevis d'ajustement. Sinon, il faudra ouvrir le boîtier à chaque fois qu'on veut l'étalonner.

Un compteur comme celui-ci ne mesure que la fréquence, même pas la période. Néanmoins,



il est un bon achat de départ pour mesurer la fréquence. Vous ne devriez pas déboursier plus de 40\$ pour un tel compteur.

==CUT==

==ZOOM SUR Compteur Universel cheap==

Maintenant, voici un compteur universel d'entrée de gamme. Ce compteur d'établi fonctionne sur le secteur. En plus de mesurer la fréquence et la période, il peut aussi mesurer un intervalle de temps entre deux pulsations. Il a aussi un compteur de pulsations. Sa fréquence maximale utilisable est de 110 MHz. Notez que les entrées des compteurs universels ont habituellement une limite en fréquence inférieure à celles des simples compteurs de fréquence. Les compteurs de fréquence sont optimisés pour mesurer des fréquences RF élevées, tandis que les compteurs universels sont conçus pour fonctionner sur des signaux de forme et d'amplitude et de fréquence variées, un peu comme un oscilloscope. Notez que certains compteurs universels offrent l'option d'une troisième entrée pour faire des mesures en plus haute fréquence, mais cette entrée aura des fonctionnalités limitées à la mesure de fréquence. Côté prix, j'ai été chanceux de dénicher ce compteur lors d'un marché aux puces électroniques pour seulement 5\$. Vous devriez pouvoir vous procurer un tel compteur à moins de 50\$.

==CUT==

==ZOOM SUR Compteur Universel HP 5316A==

Ici, vous voyez un compteur universel haut de gamme. On parle d'un instrument qui offre toutes les fonctions désirables et les ajustements nécessaires, même un contrôle du point de détection du signal. Le compteur possède un oscillateur de référence interne de bien meilleure qualité, puisqu'il se compense en fonction de la température. Ce qui donne une meilleure exactitude à long terme. Ce compteur possède aussi un port de contrôle externe GPIB, et donc il est possible d'automatiser son fonctionnement pour des lectures à intervalle régulier. Tout cela a un prix, soit des dimensions externes plus encombrantes et un prix potentiellement plus élevé. Encore là, si vous êtes patients et ouvrez l'oeil, vous pourrez acheter un compteur similaire pour bien moins que \$100. C'est ce que j'ai fait. Notez que ce compteur-ci ne possède pas d'entrée additionnelle pour la mesure de fréquence plus élevée, mais c'était disponible en option, et donc peut-être en trouverez-vous un avec l'option du canal C.

==CUT==

==RETOUR SUR BZ==

Il existe des compteurs de fréquence et universels encore plus sophistiqués que ceux que je vous ai montré jusqu'à maintenant. Ces compteurs font des passes-passes mathématiques et un échantillonnage en continu pour pouvoir produire des mesures franchement époustouflantes. Il suffit de mentionner un compteur de fréquence ayant 1 milliHertz de résolution, ou un compteur d'intervalle de temps avec une résolution de 20ps sur une seule mesure, sans même faire de moyenne. Mais je vous garde tout cela pour une autre chronique. Aujourd'hui, je couvrais les compteurs de base, élémentaires.

Voilà, j'espère que vous avez apprécié. N'hésitez pas à me faire part de vos commentaires dans les champs appropriés. À la prochaine chronique!



## #10 PIC à Bas Coût

Bidouilleuses/Bidouilleurs Salut!

Dans cette chronique, je partage mes petits trucs et conseils pour faire de le bidouillage de micro-contrôleurs PIC efficace et à peu de frais.

==THEME==

Mon bidouillage sur micro-contrôleurs ne datent pas d'hier. Déjà dans les années 80, je faisais de la programmation sur 6502 et Z8. Mais dans un millénaire plus récent, ça fait maintenant 10 ans que je fais de la programmation de micro-contrôleur sur les famille Microchip PIC à 8 bits. J'ai donc eu la chance d'essayer la plupart des fonctions disponibles sur les familles PIC12, PIC16 et PIC18. J'ai pensé vous faire part de trucs et conseils basés sur ces années de succès et aussi d'échecs. Je vous expose MES préférences. Tout cela peut être discuté, bien sûr.

Je vous avise d'entrée de jeu que je ne ferai pas de sempiternel débat sur le PIC vs. l'Atmel-AVR et l'Arduino. J'ai choisi originellement la branche PIC, avant même que l'arduino n'existe. Et j'assume mon choix!

Autre petite note, j'ai inclus des références aux produits mentionnés dans la description de cette vidéo juste en dessous. Nulle besoin de gribouiller des notes durant cette vidéo.

==MONTER LOGO CHOIX DE PIC==

OK, débutons par le choix de PIC en fonction de la tâche à accomplir. Pour moi, le PIC le plus utile est le PIC12F683.

==MONTRER PIC12F683==

C'est un petit PIC à 8 broches, donc très facile à installer sur une plaquette. Il coûte moins de 1\$, incroyable. J'en fait sauter un? Pas de soucis, je le balance à la poubelle et j'en prends un autre. Pour moi c'est comme un couteau suisse. Il a suffisamment de mémoire et de rapidité pour accomplir une foule de tâches simples. Pas besoin de crystal externe, comme la plupart des PIC d'ailleurs. Je vous épargne la liste de ses caractéristiques, je vous invite plutôt à consulter le site web de Microchip pour plus de détails. Son seul petit défaut est l'absence de UART, donc de gestionnaire matériel de port série. Mais il est possible d'en implémenter un pour des échanges simples à basse vitesse par UART logiciel. Je l'ai fait jusqu'à 9600 bits par seconde. Donc PIC12F683.

Naturellement si les 6 broches d'entrées/sorties du 12F683 sont trop peu pour votre projet, il faudra changer de famille. Je vous conseille de sauter complètement la famille PIC16 qui est une famille en décroissance et choisir plutôt la famille PIC18.

==MONTRER PIC18F1220-2220==

La famille PIC18 est supérieure à la famille PIC16, de par ses instructions additionnelles et son architecture optimisée pour rouler du langage C. En plus, le compilateur C est fourni gratuitement par Microchip. J'y reviens au sujet du compilateur. Mes deux PIC18 préférés



sont le PIC18F1220, un 18 broches, et le PIC18F2220, un 28 broches. Côté prix, c'est environ 3\$ pour le 1220 et 6\$ pour le 2220.

Il existe des PIC pré-programmés d'un micrologiciel (microprogramme). Ces PIC vont démarrer et être prêts à rouler votre code transféré en temps réel sur un simple port série ou USB. Ils exécutent des instructions BASIC simples. Deux exemples de ces puces sont le PICAXE et le Basic-Stamp. Ces micro-contrôleurs sont évidemment plus chers que les PIC non programmés. Pour les plaquettes de projet contenant ces micros, vous sauvez beaucoup d'argent en achetant sur eBay. Faudra être patient cependant si vous faites venir vos pièces d'Asie. Remarquez que moi je préfère utiliser des micro-contrôleurs PIC traditionnels, non-programmés. Mais ce genre de micro pré-programmé peut convenir à une certaine clientèle, j'en conviens, par sa simplicité. L'inconvénient de tels produits est que l'espace mémoire sera d'autant réduit et que la rapidité d'exécution sera réduite par la présence de l'environnement pré-programmé.

==MONTER LOGO PROGRAMMATEUR==

Parlons maintenant de programmeur. J'ai essayé plusieurs programmeurs, un modèle simple sur port série (ne touchez pas à ça), un clone de ICD2 (un programmeur et dévermineur, correct), un programmeur USB universel et un programmeur USB dédié aux PIC. Ma recommandation aujourd'hui est simple. Procurez-vous un programmeur dédié au PIC.

==MONTRER K150==

Je recommande en particulier le type K150. Il en existe des copies en vente sur eBay pour moins de 10\$, et oui. Son fonctionnement est sans faille. Le logiciel sur Windows fonctionne correctement. Attention aux conflits de composants USB sur votre ordi, cependant. Si vous avez de la difficulté à le faire fonctionner, déconnectez les autres bidules USB branchés à votre ordi qui communiquent par port série, COM1, COM2, etc. Un commentaire maintenant sur les programmeurs de pièces universels, ceux qui peuvent programmer tout ce qui se programme de puces sur cette planète, les EPROM, toutes les marques de micro-contrôleurs, etc. La programmation du PIC est un processus complexe qui nécessite un minutage très précis. Il est possible que l'universalité de ce genre de programmeur joue contre vous. Optez plutôt pour un programmeur dédié aux PIC, qui a été éprouvé sur une multitude de PIC et seulement sur des PIC. En terminant, assurez-vous avant d'acheter votre programmeur que le PIC que vous utiliserez se trouve dans la liste des pièces supportées.

==MONTER LOGO IDE ET LANGUAGE==

Parlons en finale des environnements et des langages de programmation. D'abord, j'utilise seulement les langages et environnements disponibles gratuitement. Eh, on est un vrai bidouilleur, ou on ne l'est pas! À mes débuts, je faisais de la programmation en assembleur dans l'environnement Microchip MPLAB-IDE. Mais ce temps est maintenant révolu. À moins d'avoir une application dont le minutage est absolument critique, je favorise plutôt l'utilisation du langage C, dans ce cas-ci le ANSI-C, qui est un C générique et universel. J'ai longtemps utilisé l'environnement SourceBoost IDE et le compilateur BoostC. Il est facile d'utilisation et la documentation incluse est bien faite. Le simulateur fonctionne aussi correctement. Le tout



roule sur Windows uniquement. Mais ces derniers temps j'ai utilisé l'environnement Microchip MPLAB-X et leur compilateur C PIC-X.

==Montrer MPLAB-X==

La beauté est qu'il roule sur Windows ET sur Linux, ce qui fait franchement mon affaire!

L'environnement est bien fait et tout est intuitif. C'est du solide. Je vous le recommande.

Bon, je m'arrête ici, car il y aurait beaucoup plus de choses à dire sur le sujet. Mais on ne se bourrera pas plus le crâne cette fois-ci. Dans des chroniques ultérieures, je vous parlerai de petits trucs, et aussi d'outils qui facilitent la programmation et l'usage du PIC, par exemple sur un port série ou pour contrôler un affichage à crystal liquide par seulement une broche de sortie. Alors surveillez mes chroniques ultérieures! Bye-Bye.



## #13 Introduction Sacs Antistatique

Croyez-vous que vos pièces électroniques sont protégées dans un tel sac? Vraiment? Et bien restez à l'écoute, c'est le temps de déboulonner quelques mythes!

Bidouilleuses/Bidouilleurs Salut! Je n'en reviens juste pas de réaliser combien les gens ont une connaissance erronée au sujet des sacs anti-statiques, et de leur fonction de protection du contenu contre les décharges électrostatiques (ou DES, ou en anglais ESD). Et j'en parle pas juste de vous et moi, bidouilleurs. Je parle aussi des nombreuses entreprises de produits électroniques qui nous expédient des pièces ou produits dans des mauvais types de sacs. Alors faisons des clarifications tout de suite avant qu'il n'y ait des dommages.

Partons d'un exemple concret, cette vieille carte enfichable d'ordi. Il est vrai qu'un produit complètement assemblé sont moins susceptibles d'être endommagés par une décharge électrostatique. C'est probablement dû au fait qu'il y a des plans de masse dans la plaquette qui tendent à distribuer les charges également et donc offrent une certaine protection aux DES. Mais le risque n'est pas nul, loin de là. Q'en est-il des signaux d'entrée et sortie qui vont directement du connecteur aux puces électroniques? Saviez-vous que des dommages de DES latents aux semi-conducteurs peuvent s'avérer catastrophiques quelques mois ou quelques années plus tard? Pourquoi est-ce que produit a soudainement cessé de fonctionner? Et oui!

==MONTER CARTE SAC CLAIR==

Alors, est-ce que cette carte est présentement protégée des décharges électrostatiques? Mais Évidemment pas, vous l'aurez deviné, j'ai utilisé un sac en plastique qui, non seulement n'offre aucune protection aux DES, mais qui en fait peut générer des DES, au même titre que votre chandail frottant sur vos cheveux! Ouch! Et bien j'en vois des produits et pièces d'électronique exposés qui sont expédiés dans de tels sacs! Incroyable...

==MONTER CARTE SAC ROSE==

Maintenant allons-y plus intelligemment. Est-ce que cette carte est bien protégée des DES? Vraiment? La couleur rose signifie que ce sac offre une protection aux décharges? Et bien non! Le rose signifie que ce sac ne produit pas d'accumulation de charge sur sa surface, mais il ne protège en rien son contenu. La seule façon de protéger du matériel électronique des DES est d'utiliser un sac au film conducteur, un sac métallisé, ou un sac noir clairement identifié comme étant un sac de protection anti-statique, comme ici. Voici un autre exemple de sac de protection anti-statique, c'est écrit sur le sac qu'il est conducteur!

==MONTRER COMPOSANTS SAC ROSES==

Comment se fait-il que je reçois encore du matériel, des composants avec comme seul emballage un sacs rose? Incroyable. La protection d'un contenu vient du fait de la conductivité électrique du sac. Il est même possible de mesurer une résistance à l'aide d'un ohm-mètre sur la surface de certains sacs protecteurs, mais pas les métallisés cependant. Le sacs roses sont des sacs isolants, pas des sacs conducteurs. C'est quand même mieux que des sacs réguliers en plastique, mais ça ne protège pas son contenu.



Si vous n'avez pas répondu correctement à l'une ou l'autre de mes questions, ne vous sentez pas trop ignorant. Professionnellement, je collabore avec des dizaines d'ingénieurs avec des produits coûtant des dizaines milliers de dollars, et je peux vous dire qu'une certaine proportion d'entre eux ne savent pas faire la différence entre sac rose et sac métallisé, et ce malgré avoir reçu une formation en DES. Alors soyez plus futés qu'eux, Sacs métallisés, OK?

Dans une chronique ultérieure, je parlerai plus en détail des DES, et de comment les prévenir dans notre bidouillage électronique.

Bye bye!



## #14 Fabrication Pistes Impédance Contrôlée

Je vous présente quelques petits trucs pour se fabriquer des traces à impédance contrôlée sur des plaquettes de circuit imprimée à la façon des bidouilleurs.

==THEME==

Bidouilleurs/Bi... Salut.

Je présume ici que vous saisissez l'importance d'avoir des lignes de transmission à impédance contrôlée dans les circuits fonctionnant à des fréquences très élevées. Bien sûr, les réflexions, le transfert d'énergie de la source à la charge et l'atténuation sont des phénomènes affectés par l'impédance de la ligne de transmission. Il est donc important de contrôler l'impédance du milieu pour optimiser la performance de notre projet.

Mais vous croyez peut-être que la seule façon d'obtenir une plaquette contenant des traces de cuivre à impédance contrôlée est de la faire fabriquer en usine? Et bien non. Il est possible de se fabriquer une plaquette simple, comme par exemple pour un préampli de radio ou un filtre RF qui fonctionnera à des fréquences de plusieurs GHz, à l'aide de simples outils de découpage, sans produits chimiques et sans processus compliqué.

L'idée est en fait de fabriquer des lisières de cuivre de largeur déterminées, collées sur une plaquette de circuit imprimé vierge. Les dimensions de la lisière (qu'on appellera trace de cuivre) est déterminante pour obtenir l'impédance désirée, qui est ici de 50 Ohms.

==MONTRER LE DESSIN DE COUPE D'UN PCB==

En fait, l'impédance d'une ligne de transmission sur une plaquette de circuit imprimée est principalement déterminée par 3 paramètres:

- 1- la largeur de la trace de cuivre,
- 2- l'épaisseur du matériau entre la trace et le plan de masse en dessous,
- 3- Et le type de matériau entre la trace et le plan de masse.

Donc la géométrie du montage est critique. La composition de la plaquette l'est tout autant. Le verre-epoxy est le matériau utilisé ici. Très communes, les plaquettes de circuit imprimé en verre-epoxy (aussi appelée FR4) ont une constante diélectrique connue, soit d'environ 4.3. Ce qui nous permet de calculer la géométrie du montage. J'insiste sur le fait que ce doit être du verre-epoxy, pas une plaquette phénolique. La raison est que la plaquette phénolique offre une performance terrible comme diélectrique à très hautes fréquences. De plus, elle est plus difficile à couper sans se briser.

Voici donc 2 approches proposées.

==MONTRER LE DECOUPAGE DU RUBAN DE CUIVRE ET LE COLLAGE==

D'abord, si on a accès à du ruban autocollant de cuivre mince, c'est un peu plus facile à fabriquer. C'est d'ailleurs ma méthode privilégiée. Il s'agit de se procurer une plaquette de circuit imprimé simple-face en epoxy-verre de 1.6mm d'épaisseur (ou 1/16ème de pouce). Une consultation de plusieurs sites web de calcul de traces à impédance contrôlée nous donne



une largeur d'environ 2.5mm (ou de 1/10ème de pouce). Moi je me suis fait un gabarit de cette largeur, ce qui me permet de rapidement couper une lisière de cette largeur. On collera tout simplement la lisière sur la face en époxy, et le tour est joué, on aura une trace d'environ 50 ohms d'impédance. J'insiste ici sur le mot environ. Il y a beaucoup d'approximations de faites sur ce montage, mais pour les fins de bidouillage, ça sera parfait! Aussi, on fera attention de ne pas sur-chauffer la trace, car la colle ramollira et la trace pourrait bouger, ou se soulever.

==MONTRER LE PRÉAMPLI==

Voici un exemple de montage que j'ai fait avec du ruban de cuivre. Il s'agit d'un amplificateur RF à large bande composé d'un module MMIC, le petit rond noir au centre, et opérant jusqu'à 6GHz. Notez les traces collées de 50 ohms, ainsi que deux îlots collés en cuivre, pour l'alimentation de l'ampli.

==MONTRER LE DECOUPAGE DE LA TRACE DE PCB==

L'autre approche consiste à couper des lisières de plaquettes de la même largeur, soit de 2.5mm, et de les coller sur la face cuivrée d'une autre plaquette. Le résultat sera similaire, près de 50 ohms d'impédance, en fait peut-être un peu plus élevée car le diélectrique est confiné seulement sous la trace, et pas de chaque côté. On utilisera une colle instantanée au cyanoacrilate pour fixer les traces.

==MONTRER LE FILTRE RF==

Vous pourriez plutôt vouloir utiliser un fil de cuivre placé à plat sur une plaquette en guise de trace. Voyez cet exemple de filtre RF. Les calculateurs disponibles en ligne vous permettent aussi de figurer l'impédance d'une telle structure. Il faudra vous assurer que le fil soit bien à plat sur toute sa longueur. Vous pouvez bien sûr le coller en quelques endroits. Amusez-vous et expérimentez, c'est ça le bidouillage.

==RETOUR SUR MOI==

J'espère que ces petits trucs vous seront utiles. Faites-moi part de vos commentaires dans la case appropriée sous cette vidéo. Merci et à bientôt!



## #15 Introduction au Générateur RF

Si vous êtes le moindrement intéressé aux radio-fréquences, vous aurez besoin d'un générateur de signal RF. On va regarder cela ensemble.

==THEME==

Bidouilleuses/Bidouilleurs Salut!

Il m'est impossible d'imaginer un lab de bidouillage, même de base, sans au moins un générateur de signal Radio-Fréquence. Le générateur de signal RF permet de produire un signal radio dans une gamme de fréquences allant des KHz aux GHz. L'amplitude du signal sera habituellement variable et étalonnée. Il y aura aussi possibilité d'injecter une modulation MA ou MF. Ces caractéristiques rendent cet appareil très utile pour vérifier ou réparer un poste radio ou télé. Il est aussi très utile pour étalonner un compteur de fréquence, un oscilloscope, un analyseur de spectre, etc.

Regardons plus en détail en quoi consiste un générateur RF. Il y a deux classes de générateurs:

Les générateurs à fréquence fixe, et les générateurs à balayage de fréquence. La fonction de balayage n'est vraiment pas essentielle dans le contexte d'un labo de bidouillage. Un bon générateur à fréquence fixe, stable, est bien plus souhaitable à mon avis.

La qualité d'un générateur RF est beaucoup fonction du prix qu'on est prêt à payer. Je recommande fortement de vous procurer un générateur RF synthétisé usagé. Quelques dizaines de dollars ne vous procureront qu'un générateur analogique de qualité variable, qui glisse en fréquence comme on glisse sur une pente enneigée en hiver ici au Québec! À défaut de mieux, ça peut aller pour débiter. Mais vous ne ferez pas d'étalonnage avec ce genre de générateur, que du repérage et des ajustements simples. Parlant de générateur qui ne fait pas tout à fait le travail, ne croyez pas qu'un générateur de fonction (qui peut produire une onde sinusoïdale, carrée, triangulaire) puisse remplacer adéquatement un générateur de signal RF. Le générateur de fonction n'a pas la stabilité, la gamme de fréquence ou la gamme d'ajustement de l'amplitude, ou même la pureté spectrale pour servir adéquatement de générateur RF. Oubliez ça!

==Démonstration du Wavetek 2001==

Vous voyez ici un générateur de signal analogique non-synthétisé à balayage. Les ajustements de fréquence se font par l'entremise de roulettes. Remarqué comme il est impossible d'ajuster la fréquence à exactement 21MHz. Impossible de se servir de ce générateur sur un récepteur de radio AM ou en bande latérale Unique. Ce genre de générateur est aussi microphonique, c'est à dire qu'il transfère les vibrations mécaniques au signal RF sous forme de modulation. C'est le signe d'un générateur de moindre qualité. Comprenez-moi bien: Tous les générateurs de signaux sont microphoniques, mais il y en a des pires!

À mon avis, il est possible de se procurer un générateur de signal RF de qualité, stable, pour 200 dollars. Bien sûr, vous obtiendrez mieux si votre budget passe à 300 ou 400\$. Tout dépend évidemment de votre patience à trouver la perle rare au meilleur prix. Voici quelques



suggestions de générateurs de signal RF d'excellente qualité.

HP 8640B. Un excellent choix de débutant pour 200\$, couvre jusqu'à 512 MHz. Stable et au spectre pur. Pas synthétisé, cependant. L'option #2 pousse sa limite supérieure à 1024MHz. Marconi 2018 ou 2019. Ce sont d'excellents générateurs synthétisés, 300\$ devraient suffire. Silencieux, ayant une résolution de 10 Hz. Synthétisé, le 2018 couvre jusqu'à 550MHz, le 2019 double la fréquence jusqu'à 1100 MHz.

HP 8656B, 8657A. D'excellents générateurs allant jusqu'à 1030 MHz. Simples à opérer. Bonne pureté spectrale. Certainement 400\$. Évitez le 8656A, qui avait des problème de fiabilité et de bruit, et son ventilateur tourne en permanence même lorsque le bouton d'alimentation est éteint.

Il y a plusieurs autres possibilités de bon choix. Règle générale, c'est difficile de faire fausse route avec HP-Agilent, Rhode & Schwartz ou Marconi Instruments.

Avec Wavetek, ça dépend.

==Montrer Wavetek== Les modèles Wavetek XXXX, XXXX et similaire pourraient faire l'affaire, mais ne vous attendez pas à la même qualité de signal ou de fiabilité qu'avec HP. Notez que sa boucle de verrouillage de phase pourrait nécessiter un réajustement périodique.

Quelques commentaire généraux, d'abord cherchez les options de référence interne stabilisée en température (TCXO), ou même localisée dans une four (OCXO). Vous aurez un générateur qui reste étalonné plus longtemps. Ensuite, la plupart des bons générateurs auront une entrée de référence externe à l'arrière. Enfin, la plupart des générateurs synthétisés offriront la possibilité de les contrôler à distance par l'entremise d'un port GPIB situé à l'arrière. Sur certains générateurs, c'est offert en option.

==Demo du HP 8644A==,

En terminant, regardons l'opération typique d'un générateur de signal synthétisé. On spécifie la fréquence... On entre l'amplitude désirée, habituellement exprimée en dBm ou en Volts... Enfin, on active la sortie pour produire le signal.... Optionnellement, on peut choisir d'ajouter une modulation MA ou MF avec l'amplitude désirée. N'oubliez pas que l'amplitude spécifiée n'est valide que si il y a une terminaison de 50 ohms située à l'autre bout du câble, à la charge.

==Écoute sur HP 3586B==

Voici une application d'un tel générateur. On cherche à déterminer le signal minimum perceptible par un récepteur. En variant l'amplitude du générateur à la baisse, on peut vérifier la sensibilité d'un récepteur radio. Ici, le signal minimum est de -XXX dBm, ou de XXX microVolts.

==BUSTE==

Voilà, je vous ai donné des petits conseils et fait une petite démo. J'espère vous avoir convaincu de l'utilité du générateur de Signal RF. Maintenant, c'est à vous de passer à l'action. Merci de m'avoir regardé et à la prochaine!



## #16 Introduction Générateur de Fonction

Le générateur de fonction est un instrument de base pour le bidouilleur en circuits logiques ou analogiques. On regarde les différents types de générateurs de fonction disponibles.

==THEME==

Bidouilleurs/Bidouilleuses Salut!

On a souvent besoin d'un stimuli pour faire fonctionner un circuit logique, ou un circuit analogique fait d'amplis opérationnels ou d'un convertisseur analogique-numérique. Le générateur de fonction est l'outil idéal pour ce genre de tâche.

==DEMO DE L'ONDE SUR LE SCOPE==

Le générateur de fonction typique peut produire une onde périodique sinusoidale, triangulaire, en dent de scie ou carré, avec un rapport de niveau haut-bas variable. La fréquence...et...L'amplitude seront ajustable...et une composante CC permet d'ajuster le niveau moyen de l'onde.

==Retour BUSTE==

Il existe deux classes de générateurs de fonction. Les générateurs de fonction classiques et les générateur de fonction arbitraires.

Les générateurs classiques sont habituellement composés de circuits analogiques faits d'amplis opérationnels faisant des fonctions de différentiation, d'intégration, de sommation, etc. La sortie comportera un ampli linéaire pouvant produire des ondes de plusieurs Volts d'amplitude. Le tout sera contenu dans un petit boîtier autonome.

Les générateurs arbitraires, plus complexes, auront une infrastructure numérique et une sortie analogique. Les formes d'onde sont en fait produites à partir d'échantillons numériques que se répètent perpétuellement, produisant ainsi un signal périodique. L'avantage d'un tel système est qu'il est possible d'y définir, non seulement des formes d'onde classiques comme celles que j'ai mentionnées précédemment, mais aussi des formes d'ondes totalement arbitraires, créés à l'aide des boutons de l'instrument, ou téléchargée dans celui-ci. Les générateurs arbitraires sont offerts en 2 formats: Comme boîtier autonome, ou sous forme d'instrument PC connecté par port USB, et contrôlé par logiciel.

==Montrer générateurs de base==

Voici quelques modèles de générateurs de fonction de base qui vont faire un bon boulot. Surveillez les caractéristiques suivantes pour faire un choix qui correspond à vos besoins: Fréquence minimale et maximale, amplitude minimale et maximale et distortion de l'onde, la distortion augmentant habituellement avec la fréquence. Il est utile d'avoir une sortie TTL d'onde carrée en plus de la sortie principale. Vous ne devriez pas déboursier plus de 50\$ pour un tel générateur usagé.

Voici maintenant quelques générateurs de fonction arbitraires intéressants. En plus des caractéristiques mentionnées pour les générateurs analogiques, surveillez particulièrement l'amplitude maximale que l'instrument peut produire. Les générateurs contrôlés par PC via le port USB n'ont habituellement pas la capacité de produire des ondes de plus de quelques Volts d'amplitude. Je considère que c'est une limitation sérieuse, car il m'est arrivé de devoir



produire des ondes de 10V ou plus d'amplitude. Plusieurs générateurs de fonction arbitraires possèdent une entrée de référence externe permettant de produire des ondes de meilleure exactitude en fréquence et de meilleure stabilité qu'avec la référence interne. Un déboursé d'un maximum de 200\$ devrait suffire.

==BUSTE==

En terminant, ne croyez pas qu'un générateur de fonction puisse remplacer adéquatement un générateur de signal RF. La grande majorité des générateurs de fonction n'ont pas la stabilité, la gamme de fréquence ou la gamme d'ajustement de l'amplitude, ou même la pureté spectrale pour servir adéquatement de générateur RF. Oubliez ça!

Ceci n'est bien sûr qu'un survol. Il existe une tonne de générateurs de fonction disponibles sur le marché qui pourrait satisfaire vos besoins. Et comme le coût d'achat d'un modèle analogique usagé est plutôt bas, le risque n'est pas trop grand. Prenez votre temps, magasinez, comparez, surveillez les puces. La satisfaction est grande lorsqu'on trouve l'appareil convoité à un prix d'ami.

Voilà, amusez-vous bien et à la prochaine!



## #18 Protection contre DES

Savez-vous comment vous équiper adéquatement pour protéger vos composants et projets des décharges électrostatiques?

==THEME==

Les décharges électrostatiques sont considérés dans l'industrie des composants et assemblages électroniques comme un ennemi à abattre. C'est pas surprenant car les conséquences des DES (ou ESD en anglais) se chiffrent en milliards de dollars à travers l'industrie. Quand on sait que bon nombre de pannes d'appareils, quelques mois, ou quelques années plus tard, peuvent avoir été causées par un dommage de DES en usine, on comprend leur insistance à y porter une grande attention. Imaginez, même le papier est proscrit! Professionnellement, il m'est arrivé de devoir me vêtir de la tête aux pieds, comme ceci, pour pouvoir accéder à une ligne d'assemblage d'électronique.

Mais, comme bidouilleurs à la maison, est-ce qu'on devrait nous y attarder? Absolument. Mais pas avec le même zèle, bien sûr. On ne va pas implémenter un plancher conducteur, par exemple, ni s'habiller comme un cosmonaute! Mais on va regarder les techniques élémentaire et les quelques outils à vous procurer pour diminuer les risques de DES dommageables. L'être humain produit, dans la vie de tous les jours, des DES de plusieurs milliers de Volts, oui. Imaginez maintenant les dommages possibles sur des semiconduteurs CMOS dont la tension maximale admissible est de 5 Volts.

Bon, d'abord il faut savoir que tous les composants électroniques ne sont pas nécessairement sensibles aux DES. Les résistances, condensateurs, commutateurs, les prises audio, les fusibles n'ont pas besoin d'être protégés des DES. Mais par contre la plupart des semi-conducteurs, de la simple diode jusqu'au micro-processeur le plus complexe, nécessitent ce genre de protection de nos jours. On verra souvent ces symboles sur les emballages de composants sensibles aux DES. Portez-y attention dans l'avenir.

Voici mes recommandations pour votre poste de travail. Si vous faites un travail sur un ordinateur, le minimum serait de vous procurer un bracelet antistatique muni d'une pince alligator. Voyez la photo. Maintenant, à votre établi.

==MONTRER DESSIN ÉTABLI==

Le minimum recommandé est de se munir d'un bracelet et d'un tapis antistatique, et de les relier à la masse du secteur. Notez que les bracelets et tapis antistatiques comportent une résistance interne, illustrée ici comme "R", suffisamment élevée pour vous protéger d'une électrocution en cas de fausse manoeuvre ou d'une défektivité. Ils ne sont pas connectés directement à la masse. Sur les bracelets, c'est 1 meg-ohms, je l'ai vérifié.

==ZOOM SUR L'ÉTABLI==

Il y a 2 type courants de bracelets: En tissu, et en métal. Moi je préfère en métal, car il ne s'étire pas avec le temps. Mais attention aux courts-circuits causés dans un circuit par le



bracelet!

Vous pouvez vous procurer un tel kit tapis-bracelet pour environ 20\$ sur eBay.

Comme expliqué dans ma vidéo #3 sur les fers à souder, votre fer devrait posséder une mise à la masse. Finalement, et c'est optionnel, vous pouvez vous procurer un vérificateur de continuité ESD.

Notez que le temps froid et sec promouvoit plus la production d'électricité statique, de par le niveau bas d'humidité dans l'air. Lorsque le taux d'humidité est plus élevé, les charges peuvent se dissiper plus aisément sur les surfaces.

Regardons tout ce qui touche le remisage et le transport des pièces sensibles aux DES.

Comme expliqué dans ma vidéo #11 sur les sacs antistatiques, le sac métallisé est le meilleur contenant pour remiser et transporter les pièces sensibles. Un contenant de métal est aussi approprié.

==MONTRER CLASSEUR BLEU==

Savez-vous comment je me suis procuré ce carroussel de classeurs? Un rejet d'une entreprise d'assemblage électronique, parce qu'il n'était pas approprié contre les DES. Un classeur de pièce de ce type a des tiroirs en simple plastique. Il existe des classeurs antistatiques, dont les tiroirs sont habituellement noirs, qui feront un excellent boulot.

==ZOOM SUR L'ÉTABLI==

Moi j'utilise des bacs, dont le plastic est dissipatif de statique. J'ai eu la chance d'avoir access à ce genre de contenant. Vous pouvez vous procurer ce genre de contenant sur eBay pour quelques dollars pièce.

La feuille d'aluminium fonctionne bien, mais j'aurais des craintes quant à la migration élémentaire à long terme. On se trouve à former une pile faite de deux métaux dissimilaires. Alors, transport à court terme, correct. Remisage à long terme? Attention.

La mousse noire de ce type est conductrice, donc dissipative. Excellent. Mais pas la mousse rose. Elle est sûre pour les pièces, mais elle ne les protège pas des DES. Un sac métallisé et tout devient correct. En passant, gardez le styro-mousse loin! Jamais...

==BUSTE==

Voilà, c'est l'essentiel que vous devez savoir comme bidouilleur sur les DES. Maintenant, c'est à vous de mettre ces techniques en pratique. Mieux vaut prévenir que guérir. À la prochaine!



## #19 Ajustement Compteur de Fréquence

Si vous possédez un compteur de fréquence ou un générateur de signal qui est devenu hors fréquence avec le temps, vous pouvez le ramener dans le droit chemin à la maison, en utilisant simplement un récepteur à ondes courtes.

==THEME==

Avoir à sa disposition une référence de fréquence de source atomique est utile pour garder nos instruments de mesure et récepteurs radio en fréquence. Une référence par GPS est aussi un excellent choix. Mais si vous ne possédez pas de telles références, il vous est quand même possible d'ajuster la base de temps de votre instrument de mesure, que ce soit un compteur de fréquence, un générateur de signal ou de fonction, ou même un récepteur radio. Le résultat ne sera pas comparable à la précision obtenue avec les références atomique ou GPS, mais ça sera suffisant pour le rendre à nouveau fiable.

Pour y parvenir, il faut d'abord synthoniser une station sur ondes-courtes qui émet l'heure en continu à la fréquence de 10.000MHz. En Amérique du Nord, la station WWV du NIST américain est LA référence. Il y a d'autres stations sur cette même fréquence ailleurs dans le monde, mais pas en Europe malheureusement. Mais la réception de l'une ou l'autre de ces stations est normalement possible, compte tenu du type de propagation des ondes à 10MHz. Ce qu'il faut savoir au sujet de ces stations est que leur porteuse radio est pilotée par la même référence atomique qui leur fournit la base de temps pour l'heure annoncée. Donc la fréquence reçue chez vous est précise. Bien sûr, le signal radio se trouvera affecté par des variations dans le temps de la propagation de l'onde. Ce qui peut créer des erreurs en phase et en fréquence. Il est donc préférable de faire cet ajustement en plein jour, ou carrément dans la nuit, lorsque la propagation est plus stable.

Bon, pourquoi synthoniser seulement à 10MHz? Parce que la plupart des instruments de mesure utilisent une référence interne de 10MHz, ce qui nous permet de les comparer au signal radio reçu. Le truc est de combiner le signal reçu d'une antenne extérieure au signal capté de la référence interne de notre instrument de mesure. Toute différence en fréquence sera perçue comme des battements de signal. Ces battements se feront donc au rythme de la différence de fréquence. On cherchera à ajuster l'instrument de mesure pour minimiser le rythme des battements. Vous allez voir, c'est pas si compliqué! Regardez ceci.

==VIDEO AJUSTEMENT==

Quelques petits commentaires additionnels. J'utilise une petite boucle magnétique blindée en guise d'antenne pour reniffler le signal venant du compteur. Vous pouvez utiliser un simple fil placé près de votre instrument. L'idée est d'obtenir un signal dont l'intensité est comparable au signal radio de la station de référence. Autre chose. Vous aurez intérêt à laisser se stabiliser l'instrument de mesure à ajuster pour au moins 30 minutes, alimenté, couverts en place. Vous procéderez ensuite rapidement à l'ajustement.

Voilà, un petit truc simple qui peut convenir, à défaut d'avoir une meilleure référence en



fréquence. J'ai utilisé cette technique à mes débuts, et constaté que mes instruments avaient besoin d'ajustement. Peut-être ferez-vous la même constatation? À la prochaine!



## #20 Régulateur Courant avec LM317

Dans cette vidéo, j'aimerais vous faire part d'un petit circuit actif simple qui limite un courant CC à une valeur déterminée. Ce courant est fonction d'une seule composante, une résistance. Ce genre de circuit est idéal pour maintenir un courant constant lors du remisage de batteries rechargeables aux plomb-acide, par exemple.

Le circuit utilise un régulateur de tension variable LM317 à 1\$, mais monté en configuration de limiteur de courant. Le circuit fonctionne de façon simple: le régulateur tente toujours de maintenir une tension de 1.2 Vdc aux bornes de la résistance. Donc, conséquence de la loi d'Ohm, le courant sera limité à  $I = 1.2 / R$  ( I est en Ampères et R est en Ohms). Même un court-circuit à sa sortie ne permettra que ce courant.

Voici donc un exemple concret: un chargeur d'appoint pour maintenir une batterie d'urgence toujours fraîche. Pour maintenir une batterie d'auto ou de caravane chargée en permanence, un courant de 10mA est suffisant. Donc  $R = 1.2 / 0.01 \rightarrow R = 120$  Ohms. Ici la batterie pourrait être de type 6 Volts ou 12V et ça n'aurait aucune importance. La diode LED rajoutée joue deux rôles: D'abord d'empêcher la décharge de la batterie dans le circuit en cas de panne d'électricité, et aussi de confirmer par son illumination que le courant circule.

Quelques notes à retenir :

Il faut que la tension d'entrée du circuit soit plus élevée par quelques volts que la tension nominale de la batterie pleinement chargée si l'on veut que le courant circule dans la batterie.

Le LM317 peut supporter un courant maximum de 1A. Et au dessus de 100 mA, un dissipateur de chaleur monté sur le régulateur est requis. Votre détecteur digital vous le fera sentir.

La diode LED ne peut guère supporter un courant de plus de 20 mA. Pour des courants plus élevés, utilisez une diode conventionnelle.

Utilisez la loi d'Ohm dérivée ( $P = 1.2 \times I$ ) pour vous assurer que la puissance dissipée dans la résistance ne dépasse pas sa capacité maximale(exemple 1/4, 1/2 ou 1 Watt).

Ne dépassez pas 40 VCC comme tension d'entrée. Sinon le régulateur pourrait claquer.  
== Montrer chargeur ==.

Voici un exemple de ce chargeur d'appoint. Plutôt simple. Celui-ci est de 5mA. Ce courant est fixé par une résistance de 240 Ohms. J'y ai inclus transformation, rectification et filtration en amont. Pour vous simplifier la vie vous pouvez utiliser un bloc d'alimentation externe mural de, disons, 18 VCC et plus. Vous n'aurez qu'à contenir un condensateur de filtration, disons de 10uF, le régulateur, la résistance et la DEL. Ce chargeur date de 15 ans. Si j'avais à le refaire, j'utiliserais une alimentation CC externe. Notez aussi que j'utilise un LM317 de format TO-92, plutôt qu'un format TO-220. C'est donc plus petit.

==Buste==

Moi j'utilise un tel chargeur sur mes batteries de caravane à décharge profonde depuis plus de 10 ans et j'en suis seulement à ma deuxième batterie, ce qui est excellent compte tenu



que je ne me sers de mes batteries que deux semaines par année. Notez aussi que ceci ne constitue pas un chargeur régulier. Vous devez recharger la batterie pleinement avant de la transférer sur ce chargeur. Ah, j'oubliais presque, j'en profite en passant pour vous suggérer d'éviter de remiser de telles batteries directement sur un plancher en béton. Le plancher étant souvent plus froid que l'air ambiant, il se crée un gradient de température dans la batterie, et ça c'est apparemment néfaste. Voilà, et bien Bonnes Charges!



## #21 Conseils pour Hamfests

Courez-vous les marchés aux puces d'électronique et de radiocommunication, les foires d'électronique? Les Hamfests? Restez à l'écoute, je vous donne des trucs pour maximiser votre expérience et vos trouvailles.

==THEME==

Bidouilleurs-Bidouilleuses Salut!

Pour cette fois-ci, je publie une vidéo qui ne relate pas d'un sujet touchant directement l'électronique. J'ai plutôt pensé communiquer quelques petites conseils que j'ai expérimentés durant les innombrables marchés aux puces auxquels j'ai participé soit comme acheteur, soit comme vendeur. Ils vous aideront à mieux affronter ces marchés aux puces, qui me rendent franchement fou... Je vais d'abord prendre la perspective de l'acheteur. Ensuite je toucherai ce qui concerne le vendeur.

Bon, en tant qu'acheteur :

- Faites-vous une liste d'achats durant l'année et emportez-la au hamfest. Une petite fiche cartonnée est idéale.
- Ayez les accessoires suivants:
  - Sac à dos ou à bandoulières pour porter les achats, particulièrement lorsque ce sont des exposants à l'extérieur.
  - Multimètre portatif comportant un ohmmètre,
  - Outil universel (tournevis/canif/pinces) porté à la ceinture ou dans le sac.
- Pour les hamfests extérieurs, emportez des vêtements chauds, un imperméable, une casquette ou chapeau et de la crème solaire.
- Arrivez tôt! Les meilleures trouvailles sont habituellement faites tôt. Il n'y a rien de plus frustrant que de voir sortir du site, un autre acheteur portant une trouvaille qui vous fait saliver.
- Demandez de vérifier le fonctionnement d'un appareil sur place avant de l'acheter; il y a toujours du courant de secteur ou du 12VCC dans l'entourage. Si quelqu'un refuse de vous laisser essayer l'appareil, passez votre chemin, car il y a anguille sous roche.
- Prenez des risques calculés en fonction du prix de l'article. Ne vous laissez pas déjouer par la poussière sur un appareil. L'expérience montre que vous ferez beaucoup plus souvent des bons coups que des mauvais coups.
- Allez-y en groupe et consultez-vous, c'est plus rassurant et plus amusant!
- De grâce, NÉGOCIEZ ! Montrez de l'assurance. Ne soyez pas gênés. Si l'article est onéreux, demandez au vendeur son adresse postale et son numéro de téléphone pour vous rassurer.

Maintenant, en tant que vendeur :

- Nettoyez soigneusement vos articles à vendre; ils auront plus de valeur aux yeux des acheteurs et vous obtiendrez de meilleurs résultats.
- Placez vos articles sur la table de façon ordonnée. Divisez-les par groupe d'intérêt.
- Décidez des prix de vos articles à l'avance et marquez-les sur des étiquettes auto-collantes.



- Pour les articles plus complexes, préparez une fiche cartonnée décrivant les caractéristiques et placez-la à côté de l'article sur la table.
- Dans le calcul de vos prix, allouez une marge pour la négociation. Beaucoup d'acheteurs aiment négocier.
- Soyez honnête sur l'état de fonctionnement des articles. Mettez-vous à la place de l'acheteur...
- Partagez votre table avec un ami si vous n'avez que quelques articles à vendre.
- Soyez réaliste sur la valeur réelle de vos articles. Rarement aurez-vous du succès si vous exagérez les prix. Vous êtes là pour vendre.
- Arrivez tôt. Comme vendeur vous avez souvent le privilège de voir les articles des autres vendeurs avant la foule. Soyez discret cependant si vous transigez avant l'ouverture officielle des puces; Certains organisateurs n'aiment pas tellement cela.

Voilà. Maintenant amusez-vous, c'est l'essentiel. Bonnes trouvailles et bonnes ventes! À la prochaine!



## #22 Petits Outils

Il y a des petits outils qui sont franchement indispensables pour un bidouilleur en électronique. Et pas tous sont connus. Je vous les présente.

==THEME==

Que ce soit pour l'assemblage de plaquette électronique ou la préparation d'un boîtier pour contenir un projet, il y a de ces petits outils qui nous rendent la vie beaucoup plus facile. Je les catégorise de la façon suivante:

- Outils d'alignement électroniques,
- Outils pour l'assemblage de plaquettes électronique,
- Outils pour le travail du métal ou du plastique,
- Et Outils divers.

La grande majorité de ces outils sont disponibles dans les marchés aux puces ou en ligne, et ils sont à peu près tous à bas prix.

On commence avec les outils d'alignement ou ajustement d'électronique.

==ZOOM SUR ETABLI==

Voilà, en avez-vous des petits outils très utiles que je n'ai pas couverts dans cette chronique? Faites-le nous savoir dans les commentaires de cette vidéo. À la prochaine!



## #23 Enregistrement de Données à Long Terme

Il y a plusieurs façon de stocker de l'information qui entre à intervalle régulier et pour une longue période. Moi je vous propose ma méthode préférée, que je considère comme fiable.  
==THEME==

Bidouill...Salut. Prêsumons que vous avez un projet de bidouille électronique, par exemple un petit micro-contrôleur qui envoie une chaîne de caractères à intervalle régulier pour vous permettre de monitorer son état ou faire des statistiques ultérieures. Quelle approche prendrez-vous pour collecter cette information? Un Ordi de bureau? Un portable? Une tablette ou un téléphone intelligent? Une solution en nuage sur internet?

Il n'y a rien de plus décevant que de devoir mettre un terme à des essais à long terme, par exemple de plusieurs semaines, à cause d'une panne du secteur, ou d'un manque d'espace de stockage. La fiabilité de la méthode choisie est donc primordiale. Moi j'ai choisi l'approche Raspberry Pi. D'autres possibilité similaires existent, comme par exemple le Beaglebone Black. Mais moi j'ai adopté le Raspberry Pi sur plusieurs de mes projets. J'en utilise dans la maison, comme thermostat intelligent ou comme système téléphonique AstérisK.

Bon, pourquoi la solution du petit ordi Raspberry Pi?

D'abord, le RasPi roule le système d'exploitation Linux, réputé fiable sur le long terme. Ensuite il ne consomme qu'environ 3W de puissance, donc roulera très longtemps sur une batterie d'urgence.

Aussi, car il fonctionne sur 5Vcc, donc assez facile à alimenter à partir d'une batterie 12V. C'est beaucoup plus efficace qu'un inverseur de tension.

L'espace de stockage? Pas vraiment un problème; il s'agit d'utiliser une carte de mémoire flash SD de la capacité appropriée.

Le Pi offre plusieurs broches d'entrées et sorties configurables, dont la possibilité d'interfacer directement en port série I2C, SPI et UART.

Le Pi est tout petit, à peine plus grand qu'une carte de crédit, donc peu encombrant près de notre bidouille.

Le Pi est peu cher, environ 35\$ ou 35 euros. À ce prix-là, on peut se permettre d'en avoir plus qu'un dans notre labo.

Bon, assez de justifications, passons à la description de l'approche.

Vous devez d'abord programmer une carte SD avec linux Raspbian, démarrer le Pi et le configurer. Je présume ici que vous avez déjà procédé. Sinon, référez-vous aux adresses montrées sous cette vidéo pour plus de détails. Car je ne voudrais pas faire ici une introduction sur le Raspberry Pi; Il y en a déjà plein sur Youtube.

==ZOOM SUR RASPBERRY PI==

Voici le Raspberry Pi, tel qu'utilisé comme enregistreur de données. Je l'alimente ici avec une batterie 12V pour démontrer mon approche d'alimentation d'urgence. Je me sers d'un adaptateur d'auto 12V convertissant à USB 5V. Ce genre d'adaptateur est disponible partout pour quelques dollars. Assurez-vous cependant qu'il puisse fournir un courant d'au moins 1 ampère.

Les données sont présentement reçues d'un montage de pendule mécanique, piloté par un



microcontrôleur PIC12F683. Je les reçois par l'entremise d'un câble de conversion série à USB, que j'ai décrit d'ailleurs dans ma vidéo #11.

Le câble réseau est connecté, mais c'est pas essentiel durant la capture des données si on utilise un port série ou USB pour recevoir les données.

Vous être sans doute curieux de savoir à quoi sert cette DEL. Elle m'indique la réception d'une ligne de données de la part du pendule. J'utilise une broche d'entrée-sortie pour cette fonction. Je vous montre dans quelques instants de quelle façon on s'y prend pour contrôler ces broches. Justement, allons voir à quoi ressemble le code source pour capturer les données.

==ZOOM SUR CODE PYTHON==

Voici le code source qui effectue la tâche de collecte de données. Ce fichier est disponible pour téléchargement; vous trouverez le lien vers celui-ci dans la description. J'utilise le langage Python car il est simple d'utilisation et déjà présent. Et les bibliothèques sont riches en fonctions de contrôle et d'entrées/sorties.

J'attire votre attention sur 2 bibliothèques suivantes: D'abord Serial (qui est en fait connu sous PySerial), et RPIO. Serial sert à interfacer directement aux ports série pour l'échange de données. RPIO permet de contrôler les broches d'entrées/sorties et aussi de gérer des interruptions par ces mêmes entrées et sorties.

Je définis la broche de sortie de la DEL ainsi.

Je définis le port série en conséquence. Ici, c'est par l'entremise du câble Série-à-USB qui apparaît dans linux comme ttyUSB0. Je spécifie aussi la vitesse, 2400 bps.

Je configure aussi ma broche de DEL temporairement comme entrée, ce qui éteint la DEL. Par la suite je crée la boucle perpétuelle d'acquisition de données. J'allume la DEL, j'acquies les caractères jusqu'à l'obtention du caractère ASCII-10, soit un saut de ligne. Je rajoute ici la date et l'heure au début de l'échantillon. J'ouvre le fichier de sauvegarde, j'écris la ligne de données dans le fichier et je referme le fichier. Finalement, j'éteint la DEL et je fais une petite pause de 0.2 secondes pour rendre le clignotement visible.

Notez que j'aurais pu plutôt utiliser une connexion réseau plutôt que série pour recevoir les données, en assumant bien sûr que le projet monitoré puisse envoyer des données par réseau. J'utiliserais alors la bibliothèque Socket.

==ZOOM SUR FICHIER LOG==

Voici à quoi ressemble le fichier de données. Dans ce projet, une ligne de données est ajoutée aux deux secondes. Notez le contenu de chaque ligne: Date, heure et les données recues du micro-contrôleur PIC du pendule.

==ZOOM SUR RC.LOCAL==

Il pourrait être souhaitable que votre programme python s'exécute tout seul lors du démarrage du Raspberry Pi. Il s'agit pour cela de modifier le fichier rc.local situé dans le dossier etc. L'ajout d'une ligne comme celle-ci (qui est en fait la commande complète pour exécuter votre script python) suffit à invoquer votre code Python au démarrage.

== RETOUR SUR BUSTE==

Voilà, j'espère vous avoir inspiré dans l'acquisition de données à long terme. Il y a maintes façon de faire, mais celle-ci est simple et fiable. N'hésitez pas à commenter cette vidéo, ou à me faire part de vos suggestions. À la prochaine!



## #24 Voltmètre RF simple

Il est possible de se construire un voltmètre Radio-Fréquence simple en quelques minutes, et pour presque rien. Très utile pour ajuster des circuits RF.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Un voltmètre radio-fréquence est très utile pour mesurer et maximiser la sortie d'un oscillateur ou un d'étage d'amplification RF par exemple. Sauf que le bidouilleur typique ou débutant n'a pas habituellement en sa possession un Voltmètre RF, par exemple comme celui-ci. Qu'à cela ne tienne, je vous montre comment construire un voltmètre RF simple. Et ici le mot construire est un peu fort, tellement le circuit est simple. En fait, on utilisera un multimètre courant pour faire la mesure. Je vous l'explique d'abord sur le tableau blanc.

==TABLEAU BLANC==

L'idée est de redresser le signal RF à mesurer à l'aide d'une diode, pour ensuite charger un condensateur à la tension redressée. Cette tension correspondra à la tension crête du signal RF reçu, moins la chute de tension dans la diode. En connectant un multimètre réglé en voltmètre CC, on pourra mesurer cette tension CC. Comme cette tension CC représente la valeur crête du signal RF, on y appliquera le facteur de conversion 0.707 pour obtenir la valeur RMS ou efficace, celle utilisée pour exprimer les tensions et puissances en radio-fréquences.

On utilise une diode Schottky, dont la chute de tension directe est plus faible qu'une diode commune au silicium. En détection RF, c'est d'environ 100mV. Je récapitule. La Tension RF RMS mesurée est égale à la tension CC lue sur le multimètre, à laquelle on ajoute la chute de tension de la diode. Le tout est multiplié par 0.707 pour ramener le résultat en RMS.

Finalement, j'y ai rajouté une terminaison de 50 Ohms, puisque la majorité des signaux RF accessibles sur câble coaxial nécessitent une terminaison de 50 Ohms. On pourrait l'enlever, mais là je ne garantis pas des lectures significatives, ni un bon fonctionnement du circuit à l'essai.

==CONSTRUCTION==

Côté assemblage, je propose d'utiliser un connecteur SMA femelle pour soutenir les pièces. Il y a deux résistances de 100 Ohms qui, en parallèle, forme la terminaison de 50 Ohms. Je vous suggère de souder les deux résistances de 100 Ohms en premier. Allez-y doucement, elles sont fragiles. Par la suite vous pourrez souder la diode et le condensateur. Les broches de la diode et du condensateur, lorsque soudées ensemble, forment un anneau sur lequel on peut accrocher les sondes du multimètre. Il vous serait aussi possible de souder le tout sur une plaquette de circuit imprimé. Rappelez-vous cependant de garder la connexion entre le connecteur et la diode aussi courte que possible.

==ZOOM SUR VOLTMETRE==

Voici un assemblage rapide de ce circuit. J'ai utilisé un connecteur SMA à angle droit, mais j'aurais pu utiliser un connecteur droit, comme celui-ci. En passant, j'ai monté la diode en sens inverse par rapport à l'image précédente. Donc j'obtiens une tension négative sur le multimètre, pas plus de conséquences. OK, sans plus tarder, on l'essaye.



==DÉMONSTRATION==

D'entrée de jeu, vous ferez des bonne mesures à condition d'utiliser un voltmètre dont l'impédance d'entrée est de 1 Mega-Ohm ou plus, ce qui est le cas de la majorité des multimètres sur le marché. Bon, J'applique ici un signal de 100MHz et de 0 dBm, ou 223mV RMS d'amplitude. Je le mesure d'abord avec le voltmètre RF professionnel. J'obtiens 223mV, comme prévu. Je transfère le signal à mesurer sur notre voltmètre RF de fortune. J'obtiens 215mV CC. J'ajoute la chute de tension à travers la diode, environ 100mV. J'obtiens 315mV. J'applique le facteur de correction Crête à RMS de 0.707, ce qui me donne 222mV RMS. Pas mal comparé au 223mV réel! Naturellement, si vous variez la fréquence et l'amplitude, l'exactitude va varier. Ce est pas un voltmètre compensé à l'interne. Mais quand même.

==BUSTE==

Côté performance, vous pourrez faire des mesures significatives d'aussi bas qu'à 10 KHz, et jusqu'à environ 1000 MHz. Passé cette fréquence, la capacité et l'inductance parasites internes de la diode prennent le dessus et la diode perd son pouvoir de redressement. La tension CC obtenue chute alors rapidement.

Côté amplitude, j'ai fait des mesures raisonnablement justes de -5dBm jusqu'à +23dBm, ou si vous voulez de 316 microWatts jusqu'à 200 milliWatts. C'est presque un facteur de 1000. À des amplitudes plus faibles que -5dBm, la diode ne répond plus linéairement à des variations de tension, mais plutôt à des variations de puissance. La lecture devient alors utilisable de façon relative, mais pas absolue. Donc on pourrait par exemple l'utiliser pour maximiser la sortie d'un circuit en essai, mais pas pour faire une mesure.

En terminant, je vous recommande d'avoir à portée de main un tableau de conversion dBm - Watts - Volts RMS pour les différentes valeurs des gammes couramment rencontrées. C'est pas mal plus rapide que le calcul mental ou la calculatrice pour obtenir plusieurs correspondances. Je vous fournis un lien pour cette table dans la description de cette vidéo. Voilà, j'espère que vous vous rappelerez de ce petit voltmètre RF facile lorsque vous en aurez besoin. Vos commentaires et suggestions sont les bienvenus. À la prochaine!



## #25 Batterie Chinoise Bleue

Vous pouvez acheter ces batteries 12V au Li-Ion Bleue expédiées d'Asie pour très peu cher. Mais quelle qualité de batterie obtiendrez-vous? Je vais vous le dire.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut. Il y a 4 ans, la tentation étant trop forte, je me suis procuré cette batterie bleue de 12V au Lithium Ion de 6800mAh pour 20\$, livrée, incluant le chargeur. Le numéro du modèle est DC-12680. Moi je l'ai achetée sur eBay, mais ce genre de batterie est disponible partout en ligne. Il en existe de plusieurs capacités, mais elles ont toute ceci en commun: Elle sont emballées de pellicule bleue rétrécissante.

Je vous avoue que mes attentes n'étaient pas très grandes, compte tenu du prix payé. Mais j'avais espoir de pouvoir remplacer une batterie au plomb-acide qui pèse 3 kilos par cette batterie plus légère, et portable (seulement 250 grammes).

Lorsque je l'ai reçue, je l'ai tout de suite mise à l'essai. J'ai ce qu'il faut pour automatiser la mesure de capacité des batteries en mAH. J'utilise un bloc d'alimentation HP 6632A, qui peut aussi servir de charge, et donc absorber un courant. L'instrument fait aussi la lecture de tension en continu. L'instrument peut être contrôlé par port GPIB à l'arrière. J'ai donc écrit un petit programme pour contrôler l'instrument, et j'ai procédé au test de la batterie. courant de décharge choisi, 1000mA. Le courant multiplié par la durée de maintien de ce courant donne la capacité en mAH de la batterie. Donc pour 1000mA, en théorie la batterie devrait durer 6.8 heures avant de mourir, pour rencontrer les spécifications de 6800mAH. Voyons les résultats...

===ZOOM SUR GRAPHIQUE===

En décharge, la tension de la batterie a chuté de 11.5 V à 8.75 V en 150 minutes. Ça donne une capacité de 2500 mAh, très loin des 6800 mAh promis. J'ai coupé la décharge à 8.5V, mais même si j' avais poursuivi (ce qui n'est pas conseillé pour ce genre de batterie), à voir la pente de la courbe, je n'aurais pas tiré beaucoup plus de jus. J'ai ré-essayé le même essai à plusieurs reprises et les résultats étaient exactement les mêmes. Pensant qu'un ampère pouvait être trop exigeant pour cette batterie, j'ai réduit le courant de décharge à 500mA Mais le résultat était à peu-près semblable, 2600mAH. À c'est 36% de la capacité annoncée. Très désappointant...

Un autre effet prevers d'avoir une batterie dont la capacité est plus faible, c'est que sa résistance interne est plus élevée. Et qui dit résistance interne dit chute de tension en fonction du courant. Dans ce cas-ci, on voit une chute de un Volt dès qu'on débite le 1000mA. C'est énorme. Les batterie au Nickel-Cadmium et Nickel-Métal-Hydrure n'ont pas une telle chute de tension pour le même courant et la même capacité de batterie. Quand on voit ça, et au vu de la chute de tension en fonction de la décharge, il est clair que l'appellation batterie 12V est tirée par les cheveux.

==BUSTE==

Voici les conclusions à tirer des ces essais. Attendez-vous à une capacité de batterie bien en deça de la capacité annoncée. J'ai obtenu 36%, vous pourriez obtenir plus, ou moins.



Utilisez ce genre de batterie dans des applications où le courant de pointe est beaucoup moindre que la capacité annoncée de la batterie.

En passant, moi ça fait 4 ans que je possède cette batterie et je ne l'utilise que sporadiquement. Elle fonctionne toujours correctement. Au moins, il y a ça de rassurant. Sachant tout cela, 20\$, incluant chargeur et livraison est un prix honnête pour une batterie de 10 à 12V, 2500mAH, mais ce n'est pas une aubaine.

Petite note aux acheteurs éventuels, j'ai contacté le vendeur de ma batterie sur eBay et j'y ai étalé les faits, courbes de décharge à l'appui. J'ai obtenu un remboursement partiel.

En terminant, je fournis un lien dans la description pointant vers mon blogue technique en Anglais: J'y avais détaillé ces informations précédemment. J'ai reçu une trentaine de commentaires de lecteurs, la plupart des acheteurs de batterie bleue. En quelques mots, qualité très variable, circuit interne très variable, résultats très variables, allant de satisfaction complète jusqu'à défectuosité complète de la batterie. Si vous lisez l'anglais, vous en apprendrez beaucoup sur ces piles. À la prochaine!



## #26 Projet PIC: Annonce du Projet

Voici votre occasion de choisir quel projet de micro-contrôleur PIC je vais développer et documenter sur ma chaîne Youtube.

==THEME==

J'ai pensé qu'il serait intéressant pour vous, téléspectateurs Youtube, de suivre le développement d'un petit projet de micro-contrôleur de semaine en semaine, par l'entremise d'une série de vidéos. L'objectif est de traverser toutes les étapes de conception, de la définition de projet jusqu'au circuit final fonctionnel. J'inclurai un peu d'analogue aussi, du genre convertisseurs analogique-numérique, ou numérique- analogique, modulateur d'impulsion, etc. Aussi, je propose une interface usager sur ordinateur, communiquant par port série, converti en USB au PC. Du côté des logiciels de programmation, je prendrai vraisemblablement le ANSI C pour le PIC et le Python pour l'ordinateur.

Maintenant, pour rendre cela encore plus intéressant pour vous, je vous demande de voter pour sélectionner l'un des 3 projets suivants:

==ZOOM CHARGE ÉLECTRONIQUE==

Projet A, Une charge fictive en courant continu, permettant de mesurer la capacité de batteries. Connaissant la résistance de décharge et la tension lue à ses bornes, il est possible de maintenir un courant continu, tout en mesurant la tension en temps réel. La courbe de décharge peut alors être tracée et la capacité de la batterie calculée. Notez que la décharge stoppe à une tension pré-déterminée. Du côté du PIC, le modulateur à impulsions (PWM) et le convertisseur analogique-numérique (ADC) seront mis à profit. Le port série (UART) intégré est utilisé.

==ZOOM BORNE ANALOGIQUE ET NUMÉRIQUE==

Projet B, une borne analogique et numérique permettant au PC de contrôler et lire des broches d'entrées et sortie, de faire des lectures de conversion analogique-numérique (ADC) et de moduler des impulsions sur le PWM pour produire l'équivalent d'un convertisseur numérique-analogique (DAC). Le tout sera contrôlé et monitoré par un logiciel sur PC. C'est un peu comme un couteau suisse d'entrée et de sortie pour le PC.

==ZOOM ESR METER==

Projet C, un Mesureur de condensateurs Électrolytiques, en particulier de la résistance série équivalente (ESR or RSE). Avec un circuit de la sorte, un courant constant de charge du condensateur est établi et le temps de charge partielle est mesuré, ce qui permet de dériver la capacité du condensateur. Pour mesurer la résistance série équivalente du condensateur. Une courte impulsion de courant est injectée au condensateur et la tension aux bornes du condensateur est lue pendant que l'impulsion est présente, ce qui permet de dériver la résistance interne ESR du condensateur. Le tout est monitoré et contrôlé à l'ordinateur par l'entremise du port série du PIC, converti en port USB et vu comme port série virtuel au PC.

==BUSTE==

Vous constatez sans doute que ces projets existent déjà sous une forme ou une autre dans la nature. Ce ne sont pas des désigns originaux en tant que tels. Bien sûr, je pourrais dépenser quelques dizaines de dollars et me procurer de tels bidules, mais l'effort d'apprentissage de concevoir ces bidules de A à Z en vaut la peine. En plus, la satisfaction est toujours plus



grande quand on l'a fait soi-même. Enfin, le plaisir pour vous de suivre le développement en temps réel n'existerait pas.

Voilà, à vous de voter maintenant. J'aimerais recevoir votre vote sous forme de commentaire Facebook ou en commentaire sous cette vidéo. Un seul vote par usager svp. Lorsque la tendance sera nette, j'annoncerai le choix des téléspectateurs. Par la suite, et comme cela se produit dans l'introduction de la série télévisée Mission Impossible, cette vidéo se détruira dans les 5 secondes suivantes. Merci pour votre vote, et à la prochaine!



## #29 Projet PIC: Objectifs

C'est le temps de définir ce qu'on veut accomplir sur notre projet de Charge Fictive CC.  
==THEME==

Bidouilleurs, salut! Dans la vidéo précédente #1 de cette série, je vous ai présenté le projet de micro-contrôleur PIC que je développe et documente sur Youtube. Il s'agit d'une charge fictive en courant continu pour mesurer la capacité des batteries. Maintenant, avant de développer quoi que ce soit, il faut réfléchir à ce qu'on voudrait accomplir. Moi j'ai fait cet exercice en vacances sur le bord d'un lac, alors que j'étais à 400 km de mon labo. J'ai littéralement pris une serviette essuis-main (montrer) pour griffonner mes idées, à tête reposée. Revenu au bercail, je peux maintenant fixer des objectifs détaillés et réalistes à atteindre. Regardons-les sur le tableau blanc.

==ZOOM TABLEAU BLANC==

==RETOUR PLAN D'ENSEMBLE==

Il faut comprendre que ces objectifs sont des guides dans notre développement. Mais il est possible qu'on décide de les modifier en cours de route, c'est normal. On voudra peut-être en ajouter, en modifier, ou même en éliminer. Parfois il y a des limitations techniques qui nous font changer les plans. Mais au moins on sait où on s'en va pour commencer.

Dans ma prochaine chronique, on va concevoir, vérifier et caractériser le fonctionnement statique de notre circuit de décharge de courant continu, sans micro-contrôleur, sans PC. Ça nous permettra ensuite de développer du logiciel de contrôle en sachant bien ce qu'on veut accomplir. À la prochaine!



## #30 Projet PIC: Explication Base

Passons plus de temps sur le circuit de décharge de batterie pour pouvoir commander les pièces électroniques requises.

==Theme==

Bidouilleurs, bidouilleuses, salut! Dans la vidéo précédente #2, nous avons détaillés les objectifs qu'on voulait atteindre dans le développement du projet PIC de Charge Fictive en courant continu. Il est maintenant temps de passer plus de temps sur le circuit de décharge en tant que tel. Lorsqu'on aura totalement compris comment le tout fonctionne, on sera en mesure de se procurer les bonnes pièces électroniques et d'essayer notre circuit. Regardons donc le circuit au tableau blanc.

==Tableau blanc==

==Plan complet==

Moi je dois commander certaines pièces par la poste. Lorsque j'aurai tout en main, je vais assembler le circuit de décharge Resistance et Mosfet sur une plaquette prototype et je vais faire fonctionner le circuit de façon statique, avec une tension CC venant d'un bloc d'alimentation. Restez à l'écoute! Merci de me suivre et à la prochaine!



## #31 Projet PIC: Essai statique

Désolé, ce texte est manquant.



## #32 Projet PIC: Essai #1

Maintenant, on écrit du logiciel et on essaie le micro-contrôleur PIC.

==THEME==

Bidouilleurs, Bidouilleuses Salut! Dans ma vidéo précédente #4 du projet de charge fictive en courant continu, on a fait un essai statique du circuit de décharge, donc la partie de puissance du circuit. Il est maintenant temps d'écrire du logiciel. Mais on ne se lancera pas tout de suite sur notre logiciel de PIC pour la charge fictive. Je vous propose plutôt de vérifier de façon simple le fonctionnement du PIC, plus spécifiquement les périphériques convertisseur analogique-numérique et modulateur de largeur d'impulsion. On doit d'abord maîtriser la configuration et le fonctionnement de ces deux périphériques, avant même de penser à contrôler notre charge fictive CC.

Je vous explique d'entrée de jeu le fonctionnement plus détaillé du modulateur de largeur d'impulsion et du convertisseur analogique-numérique.

==ZOOM PWM==

==ZOOM ADC==

==ZOOM CIRCUIT==

==ZOOM DIAGRAMME FLUX==

Voici un diagramme de flux du logiciel qu'on va développer dans cette vidéo. Le diagramme de flux est parfois nécessaire pour bien comprendre ce que l'on veut faire et bien l'expliquer aux autres. C'est ce qu'on nous montre à produire sur les bancs d'école. Vous auriez dû voir mon projet de fin d'études universitaires...Des pages et des pages de diagrammes de flux. Je ne crois pas que ce soit nécessaire de tout tout mettre en diagramme de flux, mais c'est bien de pouvoir coucher sur papier le flot général de notre logiciel. Voici ce que notre logiciel de PIC va faire dans cet essai.

...

...

Allons voir ce que cela donne une fois codé en langage C.

==ZOOM SUR CODE C==

Pour le développement en C, j'utilise l'environnement MPLAB-X, avec comme compilateur le XC8, tous deux de Microchip, le fabricant du PIC. Tout cela est disponible gratuitement.

Bon, je ne vais pas vous décrire en détail toutes les ligne dans l'entête du code. Suffit de dire qu'il faut inclure les bibliothèques appropriées, entres autres celles de l'ADC et du PWM. Ce sont toutes des bibliothèques fournies avec le compilateur XC8, donc pas de souci de ce côté.

On revient au code C. Il y a ces octets de configuration matérielle ou fusibles qu'il faut spécifier, ce qui est fait ici. Ce code est produit par MPLAB-X, à travers un utilitaire intégré.

Suffit de fournir les valeurs désirées et le code est produit.

Avant d'aller plus loin, je veux vous dire que l'emploi du langage C n'élimine aucunement le besoin de consulter le manuel ou la fiche technique du micro-contrôleur utilisé. On ne s'en sort pas quand on travaille avec un micro-contrôleur, puisqu'on écrit du logiciel qui contrôle directement du matériel. Il faut donc comprendre la configuration du matériel et ses possibilités pour le faire fonctionner.



Voici le code principal, la fonction main. Je configure l'oscillateur interne à une fréquence de 1MHz. Encore une fois, il faut se référer à la fiche technique pour savoir quoi écrire.

Bon, je crée quelques variables en entête. Ensuite, je configure le convertisseur analogique-numérique (l'ADC). Il y a des fonctions pré-définies dans les bibliothèques incluses pour contrôler les périphériques. Un exemple ici, OpenADC. Pour fournir les paramètres à OpenADC, je crée des constantes pour le compilateur. J'utilise des masques pré-définis, et j'en fais des ou logiques. Pour les fonctions qui ne seront pas invoquées à nouveau, l'utilisation de constantes au compilateur permet d'économiser des variables, et donc de la mémoire RAM. Dans le cas où la fonction doit être appelée à répétition avec des paramètres variables, on utilisera une vraie variable., comme c'est le cas ici avec cette fonction.

OK, alors j'ai initialisé l'ADC, maintenant j'initialise le modulateur de largeur d'impulsion (le PWM). Le PWM utilise la minuterie Timer2, donc je la configure. Je spécifie la durée de la période de l'onde, et je mets le cycle de service à 0% pour le moment.

Je configure ensuite la sortie du PWM, essentiellement son mode de fonctionnement.

Arrive la boucle principale. Cette boucle se répètera à perpétuité. Dans la boucle, je lance une conversion de l'ADC, et j'attends ici en boucle while que l'ADC ait terminé. Je lis la tension numérisée en un mot de 10 bits, et j'assigne cette valeur comme cycle de service pour le PWM. Donc ici on voit que la sortie du PWM suivra l'entrée à l'ADC. Et je boucle.

Voilà essayons ce code sur le montage de micro-contrôleur PIC.

==ZOOM SUR PLAQUETTE PROTOTYPE==

==ZOOM SUR OSCILLOSCOPE==

==ZOOM SUR VOLTMETRES==

==ZOOM SUR BRUIT OSCILLOSCOPE==

==BUSTE==

On a donc vu le fonctionnement simplifié du convertisseur numérique-analogique et du modulateur de largeur d'impulsion. On est maintenant en mesure de concevoir notre charge fictive. Dans la prochaine vidéo, on va commencer à faire fonctionner notre charge fictive de façon dynamique, donc avec une boucle logicielle de stabilisation de courant. Ne manquez pas ça! À la prochaine!



## #33 Projet PIC: Essai #2

On connaît maintenant le fonctionnement de l'ADC et du PWM. On va faire fonctionner notre charge fictive pour la première fois!

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Dans ma vidéo précédente #5 du projet de charge fictive en courant continu, on a écrit du code C de micro-contrôleur PIC pour tester le convertisseur analogique à numérique et le modulateur de largeur d'impulsion. Maintenant qu'on maîtrise le fonctionnement de base de ces 2 périphériques, on peut s'aventurer à écrire le code C pour contrôler la charge fictive avec une boucle de stabilisation logicielle. Je vous propose un courant fixe de 1000mA pour cet essai. On veut donc que le PIC ajuste tout seul le courant de décharge à 1A, et qu'il le maintienne en temps réel à ce même courant.

Pour bien comprendre la tâche, on va regarder le diagramme de flux du code C à écrire.

==Zoom Panneau==

...

==Zoom sur Code C==

Le code C pour accomplir le travail décrit sur le diagramme de flux est somme toute assez simple. L'entête est la même que dans l'essai précédent. Inclusion de bibliothèques appropriées et définition des octets de configuration. Au niveau des variables définies, j'ai rajouté lbatt, le courant débité de la batterie, lbatt\_Cible, la cible de courant de batterie, ici, ce sera de 1 Ampère. Vbatt et Vmosfet sont les deux tensions aux bornes de la résistance telles que lues par l'ADC. Les étapes suivantes sont telles que faites dans l'essai précédent, soit la configuration de l'ADC, la configuration du PWM et l'allumage du PWM.

Ici je donne comme valeur de cycle de service 614, soit 60% de la valeur maximale. En tension CC sur la porte du MOSFET, ça produira 2V environ. Nul besoin de commencer à 0V car il ne se passe rien à moins de 2V. lbatt\_cible doit correspondre à 1A. Compte tenu du courant de 1A dans la résistance de 2 ohms, et compte tenu des diviseurs 1 à 4 sur les entrées de l'ADC, ce nombre 102 correspond à la différence entre les 2 lectures de l'ADC, et donc au courant de 1A. Ce n'est pas un nombre très élevé. Ce sera intéressant de voir dans une vidéo ultérieure la précision pour un courant de 100mA, alors que ce nombre ne sera que de 10 et que chaque incrément représente 100mA.

Maintenant on entre dans la boucle perpétuelle. La boucle est presque en tout point identique au diagramme de flux. Je mesure la tension de la batterie Vbatt et la tension du MOSFET Vmosfet. Par la suite j'incrémente ou décréménte le cycle de service en fonction du courant lu vs. le courant cible. Les pas sont de une unité par passe de boucle. J'ai rajouté une condition à vérifier, soit que si la différence de tension entre Vbatt et Vmosfet est négative, que cela force le cycle de service à tomber à 0. Car cela pourrait signifier que le courant circule à contre sens, et donc que la batterie est inversée. D'ailleurs à ce sujet, il faudra discuter de protection additionnelle pour pallier à cette situation. On y reviendra dans une vidéo ultérieure.

Pour le moment, voyons le circuit électrique de notre essai.

==Zoom Circuit==



==ZOOM Essai

==ZOOM BUSTE==

On a donc un circuit de stabilisation dynamique de courant qui est fonctionnel. Là il va falloir s'attaquer à une partie significative du projet, soit la communication série entre le PIC et le PC. C'est significatif car le code C nécessaire sera plus volumineux, et il utilisera une routine d'interruption. Tout ça nous permettra de configurer le courant de décharge et éventuellement monitorer cette décharge. Il faudra comprendre le fonctionnement du périphérique UART, définir des commandes à envoyer au PIC et des commandes à recevoir du PIC. Ce sera le sujet de ma prochaine vidéo. À la prochaine!



## #34 Projet PIC: Essai #3 UART

Aujourd'hui, on contrôle notre charge fictive par l'entremise du port série.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #6 du projet de charge fictive en courant continu, on a fait un essai dynamique de la charge fictive par l'entremise de la boucle de contrôle du PIC pour stabiliser le courant de décharge. Tous les paramètres étaient fixes. Maintenant, il est temps d'établir la communication avec notre micro-contrôleur pour pouvoir en prendre le contrôle. Ça nous permettra de changer des paramètres comme par exemple le courant de décharge, ou de détecter la fin du cycle de décharge. Le UART est le périphérique sur lequel on va travailler. Au niveau de l'ordi, on utilisera un simple logiciel de terminal de communication pour commencer. On regarde le UART plus en détail.

...

.

...

...

==BUSTE==

Il est possible qu'on ait à figurer le code source pour détecter et agir sur des conditions imprévues, ou pour ajouter des fonctionnalités intéressantes. Mais pour le moment on a un système qui fonctionne suffisamment bien; on peut maintenant passer au développement du logiciel d'ordinateur dédié au contrôle de notre charge fictive. Ce sera le sujet de ma vidéo suivante. À la prochaine!



## #35 Projet PIC: Essai #4 Python

Aujourd'hui, on contrôle notre charge fictive à partir de l'ordinateur.

==THEME==

Bidouilleurs, Bidouilleuses, Salut. Dans ma vidéo précédente #7 du projet de charge fictive en courant continu, on a créé des commandes de contrôle et de lecture d'état de la charge fictive à échanger par l'entremise du port UART du PIC. On a ensuite fait l'essai de ces commandes en utilisant un logiciel de communication sur PC et un câble USB à série de niveaux TTL. L'étape suivante est claire. Il est temps de créer un logiciel d'ordinateur qui gèrera l'envoi de ces commandes et l'affichage de l'état du système. La capacité de la batterie pourra ainsi être calculée. Un petit rappel: La capacité d'une batterie s'exprime couramment en Ampère-Heures, et donc équivaudra au courant de décharge maintenu, multiplié par la durée en heures de cette décharge.

Au sujet du langage de programmation, j'utiliserai le Python. Très facile à apprendre, versatile par sa grande quantité de bibliothèques de fonctions déjà incluses, gratuit, interprété donc pas compilé, et roulant sur la plupart des systèmes d'exploitations de PC, inclus par défaut sur linux. Aujourd'hui, je développe un programme à l'affichage via la console, en caractères texte, donc pas de fenêtre graphique. Une étape à la fois. Lorsqu'on comprendra bien la tâche à accomplir, on pourra se concentrer sur le cosmétique et les graphiques. Je ferai cela dans mes prochaines vidéos. OK, pour reprendre une expression québécoise, allons voir ce que ça mange en hiver, cet algorithme de contrôle sur PC.

==Diagramme de flux==

==Code Source==

==Démo==

==Buste==

Il nous reste encore plusieurs choses à accomplir dans le développement de cette charge fictive. On voudra rendre l'expérience de l'utilisateur plus conviviale. Donc on va convertir notre code python en une application graphique à fenêtre. On affichera aussi la courbe de décharge sur graphique. On pourrait même sauvegarder l'info pour analyse externe. On va aussi gérer les alarmes venant du PIC, ce que je n'ai pas fait jusqu'à maintenant. On pourra mesurer la capacité de la batterie aussi en Watt-heure. Côté matériel, il va falloir protéger notre circuit en cas d'inversion de batterie. On discutera de précision des mesure, et comment l'améliorer. Comme vous le voyez, on n'a pas encore terminé, donc demeurez à l'écoute! À la prochaine!



## #36 Projet PIC: Essai #5 GUI#1

Aujourd'hui, on rend notre programme python de contrôle de charge fictive plus agréable à utiliser pour l'utilisateur.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #8 du projet de charge fictive en courant continu, on a écrit un script python pour contrôler notre charge fictive en courant continu. C'est un script qui s'exécutait dans une fenêtre de console DOS ou Linux, ou dans l'environnement de développement python nommé Idle. Donc pas d'interface usager graphique, du genre fenêtre dans Windows. Aujourd'hui, on va donc augmenter le script d'une interface usager graphique TKinter, l'interface incluse dans le paquet pré-installé Python. Les éléments (ou widget) sont créés et produits à même notre code Python, sans aucun autre support. Le tout est compatible à Windows, Linux et Mac. On va aussi gérer l'indicateur d'alarme produit par le PIC, comme exemple lorsque le courant de décharge demandé ne peut pas être atteint. Cette fois-ci, comme le flux du script python n'a que très peu changé, je vous épargne du diagramme de flux, youppi! Allons plutôt faire l'essai de notre programme python avec interface graphique tout de suite. On regardera le contenu du code source par la suite.

==ESSAI PROGRAMME==

==BUSTE==

Utiliser une interface graphique, c'est cool, mais ça a un prix. Combien de lignes de code additionnelles ont été requises pour produire l'interface graphique? On passe de 125 lignes pour la version console et texte, à 250 lignes pour la version graphique. Si on soustrait les lignes de gestion d'alarme du PIC, on a quand même près de 100 lignes additionnelles de requises. C'est 80% de plus. Et il y a aussi quelques heures additionnelles de travail, pour l'essais de widgets, le centrage, l'ajout de couleur, l'interaction entre les widgets, etc. Donc le message est clair: Si vous avez besoin d'un programme efficace produit rapidement, faites-le via l'affichage à la console. Si vous avez plus de temps à y consacrer, amusez vous avec les fenêtres et les widgets.

Notez qu'il y a plusieurs autres solutions d'environnements graphiques disponibles. Je vous fournis un lien vers une liste détaillée de ces solutions.

==Zoom sur QT5==

Moi j'ai déjà utilisé QT Creator pour créer la fenêtre, et utiliser les bibliothèques PyQt ou PySide pour générer le code python de contrôle de la fenêtre. Ça fonctionne très bien et ça permet de créer la fenêtre en plaçant les widgets de façon graphique.

==Zoom BUSTE==

Rappelez-vous que vous devez installer le paquet PySerial, ce qui est facile à faire sur Windows en roulant un simple exécutable. Sur Linux, la commande apt-get install fera le travail. Dans ma prochaine vidéo, on va ajouter le traçage de la courbe de décharge ainsi que la sauvegarde des données dans un fichier pour fins d'analyse ultérieure. On fera alors l'analyse de capacité d'une vraie batterie. Dans la vidéo suivante. On ajoutera, entre autres,



le mode de décharge à puissance constante plutôt qu'à courant constant. C'est donc un rendez-vous, A la Prochaine!



## #37 Projet PIC: Essai#6 GUI#2

Aujourd'hui, on ajoute le traçage de courbe de décharge et la sauvegarde des données au programme de contrôle de la charge fictive.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #9 du projet de charge fictive en courant continu, on a ajouté le support graphique au programme-script en python pour contrôler notre charge fictive sous Linux ou Windows dans une fenêtre. Aujourd'hui, on va rendre le programme python encore plus versatile, par l'addition du traçage de courbe de décharge et de la sauvegarde des données de la décharge pour utilisation ultérieure. On va en fait, décharger une vraie batterie pour produire la courbe. La librairie PyChart, gratuite comme tout le reste, facilite grandement la production de graphiques de tous genres, diagrammes à barre, en tarte, courbes multiples, etc. On va utiliser la courbe en XY dans cette exercice. PyChart produira la courbe dans un fichier PDF, reconnu de tous. Allons voir les additions au code source.

==Code Source==

Les 2 additions, courbe de décharge et sauvegarde sont plutôt simples à faire au niveau du code. La sauvegarde des données se fait par ces 3 lignes, exécutées aux 2 secondes puisque elles se trouvent dans la boucle de lecture de l'état du système. Ouverture du fichier de données, écriture de la nouvelle ligne, et fermeture du fichier. Chaque ligne comprend le temps de décharge en secondes, la tension de la batterie Vbatt et la Capacité de la batterie, les 3 valeurs étant séparées par des virgules. C'est bien ce qu'on voit ici quand on regarde la fichier de sauvegarde.

Je reviens au code. Remarquez cette ligne. data est une longue liste des points de mesure de décharge gardée en mémoire. À chaque 2 secondes, une nouveau point (temps et Vbatt) est ajouté à la liste. C'est cette liste de données qui est utilisée pour tracer la courbe de décharge.

Justement, parlons de la courbe de décharge maintenant. En entête, il faut inclure la librairie PyChart. Celle-ci s'installe en suivant les instructions fournies dans la description de cette vidéo. Notez que c'est un peu plus élaboré sur Windows, car l'installation de Ghostscript est un pré-requis. Bon, regardons la fonction de production de la courbe de décharge. C'est tout ce qui est requis pour produire la courbe. On créé un canevas et on l'initialise. Ensuite on définit l'axe X et l'axe Y. On délimite la surface de la courbe. On définit la courbe de données à partir de la liste data mentionnée plus tôt, et on l'affiche. On ajoute enfin les étiquettes de courant et de capacité de la batterie à même la courbe. On ferme finalement le canevas. Et le fichier PDF est disponible. Maintenant, on roule le programme pour tester une vraie batterie.

Après tout, c'est à ça que ça sert, cette charge fictive!

==Batterie bleue et montage==

On va décharger cette batterie au lithium-ion. J'en ai fait l'analyse dans ma vidéo #25. Il y a 4 ans, j'avais mesuré 2600mAh. On va refaire la mesure pour voir si la batterie s'est détériorée depuis. On y va.

==Décharge à l'écran==



Début

5 min

30 minutes

45 minutes

1 heure

fin de la décharge

==BUSTE Finale==

Je vous avais mentionné dès le début de cette série de vidéos, qu'on allait aussi supporter un autre mode de décharge, la puissance constante. On va implémenter ça dans la prochaine vidéo. Je vous expliquerai pourquoi ce mode de décharge est privilégié. Entretemps. bon bidouillage et à la prochaine!



## #38 Projet PIC: Essai#7 Puiss.

La décharge à puissance constante est une autre façon de caractériser la capacité d'une batterie. On l'implémente sur notre charge fictive.

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #10 du projet de charge fictive en courant continu, on a ajouté le traçage de courbe de décharge et la sauvegarde des données pour utilisation ultérieure. Mais si vous avez l'oeil aiguisé, vous avez sans doute constaté dans cette vidéo l'apparition d'éléments additionnels dans la fenêtre de contrôle. Ce n'était pas volontaire de ma part, mais ça annonçait le sujet d'aujourd'hui, soit l'ajout d'un mode différent de décharge, la décharge à puissance constante. Comme on va le voir dans l'explication qui suit, ce mode de décharge pourrait représenter une application plus représentative de la vraie vie.

==Zoom Panneau==

Courbes Duracell courant vs puissance constante.

Régulateur linéaire: Puissance constante (tension et courant) en sortie, mais puissance dissipée par régulateur variable en fonction de la tension d'entrée. Donc courant constant tiré de la batterie.

Régulateur à découpage (à commutation): Pertes beaucoup plus faibles, de par la nature du régulateur. Transistor(s) de découpage soit en saturation, soit ouvert, donc les pertes sont minimales et plus constantes en fonction de la tension d'entrée. Puissance constante dans la charge, puissance constante dans les pertes du régulateur, donc puissance constante consommée de la batterie. D'où l'utilité de la décharge à puissance constante.

Comment maintenir la puissance constante sur charge fictive: Application de la loi d'Ohm, soit d'augmenter le courant de décharge au fur et à mesure que la tension de la batterie diminue pour maintenir la puissance désirée.

==Zoom Operation Python==

==Zoom Code Source==

==Zoom Buste==

On a maintenant rencontré la grande majorité des objectifs fonctionnels qu'on s'était fixés au début de ce projet. Mais il reste quelques améliorations à apporter à notre projet et des réflexions additionnelles à avoir. Dans la prochaine vidéo, on va regarder les sources d'erreur des mesures de tension et de courant dans notre circuit, et comment l'améliorer facilement. À la prochaine!



## #39 Projet PIC:Calcul Erreur

Aujourd'hui, on regarde notre circuit de charge fictive une dernière fois pour l'améliorer et le rendre plus robuste.

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #10 du projet de charge fictive en courant continu, on a ajouté la décharge à puissance constante comme une autre façon de caractériser la capacité d'une batterie.

Maintenant dans cette vidéo, on va protéger le circuit contre l'inversion de la batterie. Comme la loi de Murphy le dit si bien, si ça peut se produire, ça va se produire.

Mais auparavant, parlons erreurs de mesure. Depuis les premiers essais, vous avez sûrement constaté que le courant et la tension mesurés pouvaient être inexacts de 5% ou même plus, par rapport à la cible. On va donc discuter des sources d'erreur dans les mesures de tension et courant et des possibilités qui existent pour améliorer l'exactitude des mesures. Allons y.

==Tableau Blanc==

==Simulation==

==Zoom Buste==

Maintenant, regardons ce qu'on peut faire pour protéger notre circuit contre la connexion inversée de la batterie par inadvertance.

==Tableau Blanc==

==Zoom sur la diode==

==Schéma Électrique==

==Finale Buste==

On a donc un circuit complet et stable. Dans la prochaine vidéo, on va discuter cette fois des améliorations potentielles au niveau du logiciel. C'est un rendez-vous. Entretemps, faites-moi part de vos commentaires et suggestions et passez le mot. À la prochaine!



## #40 Projet PIC: Amélior. S/W

Regardons comment on pourrait améliorer le logiciel Python de notre charge fictive.  
==THEME==

Bidouilleurs, Salut. Dans ma vidéo précédente #12 du projet de charge fictive en courant continu, on a analysé les améliorations possibles au niveau du matériel. On a compris comment améliorer l'exactitude des mesures. On a aussi amélioré la protection contre les inversions de la batterie. Dans cette vidéo, on va discuter des améliorations potentielles au niveau du logiciel Python.

Le script Python, tel que produit, est fonctionnel et il possède toutes les caractéristiques nous permettant de faire des de bonnes mesures de capacité de batterie de la part de bidouilleurs comme vous et moi. Mais si il fallait le distribuer de façon commerciale, le script ne rencontrerait pas les standards de qualité qu'on s'attend à voir. L'équipe de soutien après-vente serait très occupée...

Commençons par le plus évident, l'installation du logiciel. L'exécution d'un script python est plutôt facile, mais seulement une fois la distribution Python et les librairies requises installés. Et tout cela se fait manuellement, un paquet à la fois. Pour le développement et les essais, ça va. Mais il faudrait produire un paquet d'installation exécutable pour monsieur tout le monde. Il existe des logiciels de création de paquets d'installation. Ils peuvent produire des exécutables de Python pour Windows, Linux et Mac. Un bon exemple de ce genre de logiciel est PyInstaller, mais il en existe plusieurs autres. Il faudra cependant passer beaucoup de temps à faire l'essai des paquets d'installation sur tous les systèmes d'exploitation désirés. Parfois, il faut même re-installer le système d'exploitation à plusieurs reprises pour s'assurer que le notre logiciel s'installe correctement sur un ordi pour la première fois... Donc, du plaisir en perspective!

Maintenant, si on regarde notre script Python en particulier, quelles sont les améliorations qu'on pourrait y apporter pour rendre le contrôle de notre charge fictive plus agréable, plus conviviale, plus solide? Voici quelques idées d'amélioration possibles. On pourrait implémenter une validation des combinaison de courant et Tension. On sait très bien qu'il y a des combinaisons de fort courant et de basse tension d'arrêt qui sont impossible à produire avec notre circuit résistance-MOSFET. Le script python pourrait valider les sélections dans les menus déroulants, soit par calcul, soit en utilisant une table de valeurs acceptables. La liste des courants possibles dans le menu déroulant pourrait être mise à jours dynamiquement en fonction du choix de tension d'arrêt. Ça serait mieux que d'essayer la combinaison dans une décharge pour ensuite se faire dire par le PIC que le courant ne peut pas être atteint. Autre amélioration possible, la sauvegarde de la configuration de la session. Il est relativement facile de sauvegarder la position de la fenêtre, les positions courantes des menus déroulants et le port Série choisi dans un fichier texte de configuration. Il s'agit ensuite



de relire ce fichier de configuration au démarrage pour replir les champs et valeurs précédemment sauvegardées.

J'ai mentionné le port série. Il est plutôt agaçant de devoir modifier le code source Python lorsqu'il y a un changement du port série communiquant avec la charge fictive. Un menu déroulant pourrait offrir à l'utilisateur le choix de ports série basé sur l'existence détectée de ces ports. Il faudrait clairement avoir ici un embranchement dans le code-source basé sur le système d'exploitation en présence, car les ports série ne sont pas gérés de la même façon sur Linux, Windows ou Mac.

Une autre amélioration, celle-là cosmétique, consisterait à intégrer la courbe de décharge à même une fenêtre du programme python, plutôt que de la visionner par l'entremise d'un visionneur PDF. Pas essentiel, mais plus convivial.

Vous avez aussi noté que la fenêtre principale ne rencontre pas les standards Windows, Linux et Mac, dû à l'absence de menus Fichiers, Édition, Affichage, Aide, etc. Le logiciel est fonctionnel, mais il n'est pas intuitif comme le serait un logiciel offrant des menus classiques. Parlant du menu Aide, il faudrait développer une documentation pour l'utilisateur, soit accessible à même la fenêtre principale, soit en format PDF, soit en ligne.

Bon, comme vous le constatez, plus on se gratte les méninges, plus on trouve des améliorations possibles. Mais il faut savoir tirer un trait quelque part.

Maintenant, je me questionne beaucoup sur la suite des choses sur ce projet de Charge Fictive en Courant Continu. Dans ma prochaine vidéo, je sonderai votre opinion à ce sujet. Entretemps, A la Prochaine!



## #42 Adieu RadioShack

Un grand de l'industrie électronique nous quitte définitivement. Adieu RadioShack, que de bons souvenirs...

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Je sais que déjà beaucoup de commentaires ont été faits sur la faillite de la chaîne de magasins de produits électroniques RadioShack (aussi nommée Tandy, ailleurs sur cette planète). On comprend tous que RadioShack n'a pas réussi à évoluer son offre de produits à la cadence du marché, et elle s'est donc rendue en quelque sorte obsolète. Mais aujourd'hui j'aimerais rendre hommage, pas au RadioShack récent, mais plutôt au RadioShack d'il y a 30 ou 40 ans, celui-là. Car il est probable que je ne serais pas en train de vous parler de mes expériences en électronique s'il n'y avait pas eu un magasin RadioShack dans mon voisinage quand j'étais jeune. Il faut comprendre que j'habitais la banlieue éloignée de Montréal. Dans les années 70 et 80, RadioShack était la seule source de composants électroniques à laquelle mes amis et moi avions accès.

L'expérience débutait par leur catalogue annuel... Hmm sentez-moi ça. Ça respire l'expérimentation. Je le feuilletonnais une page à la fois, découvrant tous les nouveaux produits de cette année-là. La bible du parfait ado bidouilleur. Les circuits intégrés générateurs de bruit, les émetteurs-récepteurs de bande citoyen (communément appelée CB), les accessoires et les antennes. Que dire des chaînes sonores qui nous faisaient rêver. Les récepteurs à ondes-courtes, et les récepteurs à balayage... Les téléphone... Le trois-quart de ce qu'il y avait dans ce catalogue, on ne pouvait pas se le payer, bien trop cher pour un gosse qui coupe le gazon des terrains voisins. Chaque chose en son temps.

Mon expérience dans le magasin était encore plus jouissive. Déambuler dans les rangées pendant de longues minutes pour toucher aux innombrables pièces électroniques. Condensateurs, résistances, transistors, DEL, connecteurs, boîtiers de montages, boutons. Parlant de boutons, ceux-ci se vendaient en paquets de 2. Il m'arrivait de demander au commis d'ouvrir un paquet pour n'en acheter qu'un seul. Que voulez-vous, c'est tout ce que je pouvais me payer. Le commis remisait l'autre en arrière boutique. Il savait très bien que je reviendrais avant longtemps pour acheter le deuxième! Et il avait raison. Un bon gars après tout.

Un des meilleurs achats que j'ai pu faire pour me tenir occupé fut ce livre de recette de circuits électroniques faits de pièces disponibles chez RadioShack. Du simple bloque d'alimentation régularisé, jusqu'à l'oscilloscope à DEL, en passant par une tonne de circuits à portes logiques, des heures de plaisir!

Je ne vous ai pas parlé des kits de montage électronique 50, 100 et 150 en un. On suivait la recette du livre en connectant les ressorts de point à point avec des bouts de fils, et on obtenait une tonne de circuits divers. De quoi occuper les jours de tempête hivernale québécoise.

Et il y avait le Club des Piles. Une pile gratuite à chaque mois. Bien sûr, je prenais toujours une pile 9V, la plus chère et la plus utile.

J'aurais bien aimé travailler comme commis au RadioShack du quartier. Mais j'étais trop



jeune, et pas assez mature à leurs yeux... ils avaient peut-être raison. Mais j'avais quand même l'impression de connaître tous les items qu'ils vendaient.

Et que dire de leurs ordis? Mon premier contact avec un ordinateur fut à l'école secondaire vers 1980, sur un TRS-80 Modèle-1 de 4 Kilo-octets de mémoire vive. J'avais généré le nombre Pi avec 100 décimales. Vive le langage Basic. Mon premier ordi à la maison? Un TRS-80 MC-10 Couleur, avec son magnétophone à cassette pour la sauvegarde du programme et un poste de télévision en guise d'écran.

Encore aujourd'hui, je conserve plusieurs items de cette époque. Certains items utiles, d'autres comme souvenirs. J'ai conservé plusieurs items que j'avais conçu avec leurs composants.

RadioShack a contribué à faire ma jeunesse de passionné bidouilleur hurluberlu, de geek kid, de futur ingénieur en électronique, quoi.

J'ai le sentiment que plusieurs bidouilleurs se reconnaissent dans mon commentaire.

J'espère avoir pu communiquer cette expérience unique aussi aux plus jeunes. RadioShack? Que de bons souvenirs. À la prochaines!



## #43 Création plaquette

On regarde le processus de création de plaquette de circuit imprimé par ordinateur.

==THEME==

Bidouilleurs Salut. Vous m'avez demandé en majorité de poursuivre la conception du projet de charge fictive en courant continu. Je m'exécuterai donc, mais j'intercalerai ces vidéos d'autres vidéos pas reliées au projet de charge fictive, question de plaire à tous et chacun. Ça vous va?

Donc pour poursuivre notre projet de charge fictive, on est rendu à l'étape de création de la plaquette de circuit imprimé. À moins que la plaquette désirée ne contienne que quelques îlots simple, il est habituellement préférable de passer par la conception de plaquette assistée par ordinateur. C'est le cas de notre charge fictive. Ça devient d'autant plus intéressant de produire des fichiers de conception, que le prix des plaquettes manufacturées sur mesure a chuté de façon draconienne au cours des 10 ou 15 dernières années, les fabricants chinois aidant. Il y a aussi d'autres avantages à utiliser la Conception assistée par ordi. Un de ceux-ci est la vérification automatique des erreurs de connections. Il est en effet quasi-impossible de faire une connection de cuivre pas originellement incluse dans le schéma électrique. Il y a aussi l'assistance au routage des pistes de cuivre, qui aide grandement à router les piste pour pouvoir tout connecter avec un minimum de couches de cuivre sur notre plaquette. Regardons maintenant le flux général du travail à accomplir pour produire une plaquette de circuit imprimé.

==SCHEMA-BLOC==

Voici un schéma-bloc applicable à toute fin pratique à tous les logiciels de conception de plaquette. De façon simplifiée, les étapes pour la conception sont: la création de circuit sous forme de schéma électrique, le transfert de l'information vers le logiciel de conception de plaquette, la création de la plaquette sous forme de masques représentant chaque couche de cuivre, et le transfert des masques finaux vers le fabricant de plaquette.

Les logiciels de création de schéma électrique et de création de plaquette (entourés ici en pointillés) font habituellement partie du même ensemble et s'installent en même temps à l'aide d'un seul paquet.

La première étape de conception est donc la saisie d'un schéma électrique représentant notre circuit à reproduire sur une plaquette. Le logiciel de saisie du schéma offrira des librairies de symboles des pièces les plus courantes, mais il est aussi possible de créer nos propres symboles. Au final, la liste des composants ainsi que les inter-connexions entre ceux-ci seront fournis pour la création de la plaquette.

Entre les étapes de création du schéma électrique et création de la plaquette, il y a une étape intermédiaire montrée ici. Il s'agit d'associer une empreinte physique comprenant îlots de cuivres pour les broches, trous de montage, et marquage de la designation associés aux pièces montrées sur le schéma électrique. Prenez par exemple la une résistance. Il existe une tonne de formats physiques de résistances disponibles sur le marché. Pourtant, le schéma ne montre que le symbole de résistance. D'où l'étape d'association entre composant et son empreinte physique. Il existe habituellement déjà une librairie d'empreintes



fournie avec le logiciel. Mais parfois il faut modifier l'empreinte ou même en créer une. Le logiciel nous permet de le faire.

Une fois l'association logique-à-physique accomplie, on peut commencer à travailler sur la plaquette en tant que telle. On fera le positionnement des composants en fonction des connexions avec le monde extérieur, de la grandeur de la plaquette, du nombre de couches de cuivre disponible, de la facilité à déployer les pistes de cuivres d'un composant à l'autre, de l'espace minimum requis entre les composants pour pouvoir assembler la plaquette.

Viendra ensuite le déploiement des pistes de cuivre de façon manuelle ou automatique. On créera ou ajustera aussi le texte, les logos, etc.

Une fois toutes les vérifications faites, on fournira les fichiers-masques (aussi appelés phototools), et les fichiers de perçage au fabricant de plaquette. Il aura tout ce qu'il faut pour vous faire une soumission et créer vos plaquettes. Vous n'aurez ensuite qu'à prier fort pour que tout soit conforme et fonctionnel une fois assemblé.

==BUSTE==

Ceci était un survol des étapes pour la fabrication de plaquettes. Dans ma prochaine vidéo, je vous montrerai plus en détail les étapes de capture du schéma électrique et d'association des empreintes pour notre charge fictive en courant continu. Merci beaucoup de continuer à me suivre sur ce projet. À la prochaine!



## #44 Intro au Quartz

Aujourd'hui, on regarde un composant électronique très important dans le monde d'aujourd'hui. Il s'agit du cristal de quartz.

Bidouilleurs, salut. Que l'on parle d'un micro-processeur, d'une radio ou d'une montre, le cristal de quartz, ou cristal, ou quartz est essentiel pour donner une base de temps fiable. Il fut un temps où la seule référence possible était un circuit L-C, donc une inductance et un condensateur en résonance. Dans le monde d'aujourd'hui, ce genre de résonance L-C est trop sensible aux variations de température et des vibrations mécaniques pour être utilisé comme une base de temps fiable.

Mais qu'est-ce que c'est le composant électronique quartz? C'est un petit morceau de minéral de quartz coupé d'une façon très précise et coincé entre deux électrodes. Le quartz manifeste un effet piézo-électrique. C'est à dire qu'une déformation mécanique sur le minéral produira un courant électrique. L'opposé est aussi vrai, un champ électrique appliqué sur les électrodes produira une vibration mécanique. Cette vibration se fera à la fréquence de résonance mécanique du cristal. Donc la forme et les dimensions du cristal déterminent sa fréquence d'oscillation. Plus le cristal est petit, plus sa fréquence d'oscillation sera élevée. Imaginez la précision de la fabrication pour obtenir une fréquence de 10MHz exactement! Il existe différentes façons de tailler le quartz pour obtenir des modes d'oscillation particuliers. Les coupes les plus populaires sont nommées AT et SC.

==PHOTO VIEUX CRISTAL== Les premiers cristaux étaient bien sûr utilisés sur les radios émetteurs. Ils étaient gros, et logés dans un boîtier à couvercle. On pouvait donc les démonter et jouer dedans. Pour augmenter la fréquence d'oscillation, l'utilisateur pouvait frotter le cristal sur une feuille de papier pour l'user très légèrement. À l'opposé, pour diminuer la fréquence d'oscillation, on pouvait frotter la mine d'un crayon sur le cristal pour déposer une petite quantité de carbone et donc épaissir très légèrement le cristal. Aujourd'hui, les cristaux sont achetés pré-ajustés à une fréquence précise, et leurs boîtiers sont scellés. On ne les manipule pas pour ajuster leur fréquence!

==ZOOM SUR CRISTAUX DIVERS== Voici quelques exemples plus modernes de quartz. Les plus gros cristaux sont moins vus de nos jours, minaturisation de l'électronique oblige. Les cristaux peuvent couramment s'obtenir pour des fréquences allant de 30 KHz jusqu'à 150 MHz environ. On parle de quelques dollars pour les cristaux de fréquences courantes. Il est même possible d'en commander de n'importe quelle fréquence de votre choix, mais ce sera une commande spéciale, et vous devrez y mettre le prix, plusieurs dizaines de dollars. Je vous épargne des modèles de boîtiers, mais ils ceux-ci sont répertoriés comme ayant des boîtiers standards. Il y a trois types de montages disponibles, soit enfichable, pour soudage dans des trous de plaquettes, ou pour montage en surface. Notez que ceci n'est pas un cristal, c'est un oscillateur au quartz. Certes, il y a un cristal en dedans, mais il faut l'alimenter pour obtenir une sortie. Il y a donc un circuit électronique à l'intérieur. D'ailleurs il y a plus que deux broches, ce qui révèle sa vraie nature. On reparlera des oscillateurs dans une vidéo ultérieure.

==CIRCUIT ÉQUIVALENT DU CRISTAL==



On peut modéliser un quartz par le circuit électrique suivant. Il y a C1 et L1 en bas, qui sont les éléments principaux qui déterminent la fréquence de résonance. On a donc ici un circuit résonnant série. R1 est la résistance équivalente série du cristal. Cette résistance est généralement faible (au maximum de quelques dizaines d'ohms, et elle représente l'imperfection électrique du cristal. Quant à C0, c'est essentiellement la capacité inter-électrodes. On parle ici habituellement de quelques pico-farads.

Il y a 2 modes de résonance d'un cristal. Le mode série et le mode parallèle. Le mode série offre une impédance faible, c'est essentiellement la résonance série du circuit L1C1, les réactances s'annulant. Le mode parallèle quant à lui inclue C0, et offrira une impédance élevée à la résonance. Les 2 fréquences de résonance série et parallèle sont très près l'une de l'autre.

==Zoom sur VNA==

Je connecte ici un quartz sur un analyseur de réseau vectoriel. Ce cristal est coupé pour une fréquence de 7,37 MHz. Je veux mesurer l'amplitude de la transmission à travers le cristal, donc en série avec celui-ci. À l'écran maintenant. L'axe vertical donne l'amplitude de la transmission à travers le crystal, et l'axe horizontal est la fréquence. On est centré sur 7,37MHz. On voit clairement la résonance série, dont l'impédance est faible, donc la transmission à travers le crystal sera plus élevée, une atténuation faible, à près de 0dB. On voit aussi la résonance parallèle juste à côté, dont l'impédance est beaucoup plus élevée, et donc la transmission à travers le cristal est beaucoup plus faible, près de 60 dB plus bas.

Vous noterez aussi quelques petites réponses parasite ici.

==PAUSE Changer la fréquence==

Si je regarde à 3 fois la fréquence, ou 22,1 MHz, on voit aussi une résonance, avec une réponse plus faible cependant. Les fréquences harmoniques impaires sont souvent utilisées pour fabriquer des oscillateurs à fréquence élevée, dans les fréquences plus grandes que disons 40 MHz.

==Retour sur buste==

Le quartz offre une fréquence d'oscillation qui varie "légèrement" en fonction de la température. Que voulez-vous, on vit dans un monde imparfait!

==MONTRER COURBE CRYSTAL== Il est d'ailleurs possible de fabriquer le cristal pour qu'il soit relativement stable autour d'une température donnée, soit au centre de la courbe de réponse en température. C'est cette zone de la courbe où il n'y a que peu de variation de fréquence en fonction de la température. C'est le cas pour la majorité des cristaux courants, qui sont centrés sur la température ambiante. Lorsqu'une stabilité exceptionnelle en fréquence est requise, on logera le quartz dans un boîtier chauffé à une température constante, souvent stabilisée vers les 75 degrés Celcius. La température sera choisie en fonction de la courbe de réponse en température du cristal, qui elle, sera centrée sur une température plus élevée. Il faut aussi savoir qu'un quartz "vieillira" dans le temps, c'est à dire que sa fréquence d'oscillation glissera "légèrement" avec l'âge. Ce glissement sera plus accentué à sa sortie d'usine mais réduira dans les semaines ou les mois qui suivent. Lorsqu'on y met le prix, on peut se procurer un cristal qui a été vieilli en usine, et donc il sera plus stable à court et moyen terme. Mais il restera quand même toujours une dérive résiduelle, et celle-la est difficile à prédire. C'est pour cela qu'on doit étalonner les générateurs de signaux et compteurs de fréquence annuellement ou bi-annuellement.



Aujourd'hui je vous ai entretenu des cristaux au quartz. Surveillez mes vidéos ultérieurs pour la suite logique de cette vidéo. Je vous entretiendrai sur les oscillateur à quartz, en particulier les plus stables, soit les TCXO et les OCXO. Entretemps, n'hésitez pas à me faire part de vos commentaires sous cette vidéo, ou sur Facebook. Merci et à la prochaine!



## #45 Projet PIC: Capture de Schéma

Nous voici donc au stade de la capture du schéma de notre charge fictive.

==THEME==

Bidouilleurs salut. Dans la vidéo Partie 14 de notre projet de charge fictive en courant continu, on a fait un survol du processus de conception d'une plaquette de circuit imprimé assisté par ordinateur. Il est maintenant temps de concevoir cette plaquette pour la charge fictive.

Première étape: saisir le circuit électrique tel que vérifié dans le logiciel capture de schéma.

Il existe une foule de logiciels de conception de schéma et plaquette sur le marché. J'en ai utilisé au moins une demi-douzaine dans mon passe-temps de bidouillage. Ces temps-ci, j'utilise l'ensemble de logiciels KiCad, K I C A D. C'est un gratuit, bien sûr. Il est complet et très fonctionnel. Il possède une bonne librairie de composants et empreintes. De plus il est disponible pour Windows, Linux et Mac. Mais rappelez-vous que la plupart des logiciels de conception, KiCad inclus, fonctionnent suivant le flux général décrit dans ma vidéo précédente. On est donc pas totalement perdu si on passe d'un à l'autre.

Bon, passons au schéma électrique. Je présume ici que vous avez déjà fait l'installation du paquet KiCad. Référez-vous au lien que je fournis dans la description de cette vidéo pour plus de détails. La première étape est la création d'un nouveau projet. Je fais cela ici. Je lance ensuite le logiciel de capture de schéma. Syndrôme de la page blanche? Non, ne vous en faites pas. On va tout de suite placer des composants. On accède à la librairie de pièces. La librairie complète est en fait une composition de plusieurs librairies regroupant des fonctions similaires, ou les pièces d'un fabricant en particulier. Par exemple, Atmel, Microchip, ou "device", qui contient les composants génériques comme résistance, condensateur, diode, etc. Je place ici un condensateur, dont le symbole est C. Ensuite je place une résistance. J'inter-connecte maintenant les 2 pièces. Je rajoute ensuite un symbole de mise à la masse. Et je le connecte.

On peut aussi utiliser le visionneur de composant pour choisir le bon composant. Ici je rajoute un micro-contrôleur PIC. Je connecte ensuite ses broches d'alimentation aux symboles de +5V et masse. Notez que je peux copier des pièces déjà utilisées, ici, le symbole de mise à la masse.

Une fois le schéma complété, je sauvegarde, et je fais l'annotation du schéma, c'est à dire l'assignation des désignations U1-U2-U3, R1-R2, etc, cette numérotation se faisant automatiquement.

Maintenant il faut générer la Netliste, soit la liste des connections entre les composants. C'est cette liste que le logiciel utilise pour router les pistes de cuivre. Voilà.

Par la suite, je peux commencer à faire l'association de symbole (ou désignation) à empreinte sur la plaquette. C'est l'étape montrée ici sur le diagramme-bloc. Dans KiCad, il y a un outil qui nous permet de faire cela. On ouvre d'abord le fichier de Netliste. On peut consulter la librairie des empreintes via un visionneur. On fait la sélection d'une empreinte pour chaque pièce. Pour accomplir cette étape, il faut évidemment connaître les dimensions physiques et



le type de boîtier du composant pour pouvoir sélectionner la bonne empreinte. Notez que les standards de boîtier sont souvent définis en mesures impériales, donc en millièmes de pouce. Que voulez-vous... Je recommande de vous procurer un pied à coulisse de ce genre, facilement acheté pour moins de 20\$. Ça vous permettra de choisir la bonne empreinte pour chaque pièce.

C'est ici que j'introduis le schéma électrique de notre charge fictive en courant continu. Je l'avais déjà saisi pour fins de documentation dans ma vidéo du projet, partie 12. Quelques petits commentaires sur ce schéma. J'ai choisi d'utiliser des symboles de borne unique pour chaque connexion avec l'extérieur de la plaquette, plutôt que d'utiliser des connecteurs faits de plusieurs broches. C'est correct ainsi, mais il faudra s'assurer de les positionner sur la plaquette dans le bon ordre, et avec l'espacement précis pour pouvoir y insérer un connecteur.

Autre observation: Le symbole de résistance fourni par KiCad ne me plait pas. Je l'ai donc refait en zig-zag, à la façon Nord-Américaine. Même chose pour le condensateur Électrolytique, auquel j'ai ajouté une signe "plus". Je peux sauvegarder ces symboles dans une librairie personnelle, pour pouvoir les utiliser à nouveau sur des projets futurs.

Dans ce projet, j'ai rajouté un régulateur +5V de type 7805. Si j'alimente le ventilateur directement à partir de ce régulateur, il faudra s'assurer de dissiper correctement la chaleur du régulateur. Il serait même préférable de ne pas monter ce régulateur sur le même dissipateur que le MOSFET et la résistance de puissance. Vous vous rappelez de la notion de coefficient de température? Comme la tension de sortie du régulateur détermine la référence du convertisseur analogique à numérique, on veut stabiliser la tension +5V le plus possible, et donc stabiliser la température du régulateur. L'idée de monter le régulateur sur le même dissipateur n'est donc pas géniale. Pour simplifier les choses, on pourrait alimenter le ventilateur directement à partir de la tension d'entrée du régulateur. De 7V à 12V CC appliqué sur un ventilateur 12V serait parfait. J'ai donc rajouté une connection additionnelle optionnelle pour le ventilateur.

Quoi d'autre, ah oui, j'ai dû créer le symbole du PIC18F1220, car il n'existait pas dans la librairie. J'ai utilisé le symbole d'un PIC16F et fait les modifications appropriées. KiCad contient aussi un outil de création de symboles.

==BUSTE==

Il y a des considérations additionnelles à sous-peser. Comme l'addition d'un commutateur d'alimentation ou d'une DEL montrant l'alimentation du circuit. Mais comme ces éléments seraient montés sur le boîtier contenant ce projet et connectés avec des fils, il n'est pas nécessaire d'inclure ces éléments ici. Mais il faut quand même réfléchir à ces choses. Un fusible, peut-être? Le régulateur possède une fonction de limiteur de courant. On est donc couvert. Mais c'est à considérer. Au final, plus on rajoute de pièces, plus grande sera la plaquette, et plus onéreuse elle deviendra...

Bon, ce schéma électrique est bien esthétique, mais je dois maintenant faire l'association symbole-empreinte. Ici, il y a une autre décision importante à prendre. Est-ce que j'opte pour des pièces à montage en surface, ou à travers les trous? Je pourrais choisir le montage en surface, mais il restera quand même 2 pièces à boîtier TO-220. Aussi, je préfère ne pas souder le micro-contrôleur directement, question de pouvoir le re-programmer sur un programmeur autonome. Et bien, comme j'ai développé en utilisant des pièces à broches



classiques, je crois que je vais y aller pour le montage à trous traditionnel. Mais si j'allais en production de masse cependant, je n'hésiterais pas une seconde à refaire la plaquette pour utiliser le montage en surface.

Dans ma prochaine vidéo, je vais faire passer à l'étape suivante, soit la conception de la plaquette. Je vais faire l'importation de la netliste et des empreintes, et je vais faire le positionnement des pièces sur la plaquette. C'est donc un rendez-vous! Merci de me suivre, et à la prochaine!



## #46 Ampli Distrib.

Comment distribuer une référence de 10MHz à nos instruments de mesure, et ce à coût modeste? Vive la vidéo.

Bidouilleurs, salut. Au fur et à mesure que votre labo grossit, un défi se pointe à l'horizon. Comment alimenter votre générateur RF, votre fréquence-mètre et votre analyseur spectral d'une bonne référence de fréquence? Votre signal de référence pourrait venir de l'un de vos instruments, qui possède l'option de haute stabilité, ou d'une référence 10MHz pilotée par GPS. Qu'importe, comment distribuer cette référence aux autres instruments? En allant d'un instrument à l'autre, entré-sortie-entrée-sortie, etc. Peut-être, mais tous vos instruments devront être alimentés pour que le signal de référence se propage. Pas très commode. Une autre possibilité est de diviser le signal en deux ou plusieurs sorties de façon passive en utilisant un diviseur comme ceux-ci. Mais voilà, les sorties du diviseur n'auront probablement pas l'amplitude nécessaire pour alimenter adéquatement les entrées de référence externe de vos instruments. N'oubliez pas qu'un diviseur à deux branches composé d'un transformateur à l'intérieur vous fournira des sorties dont l'amplitude aura 3dB de moins que l'entrée. Pour un diviseur à 4 branches, ce sera 6dB de moins, donc la moitié de l'amplitude. Si vous optez plutôt pour un diviseur fait de résistances, c'est 6dB de moins pour les deux branches. Aussi bien ne pas en parler pour un diviseur résistif à 4 branches.

Donc il faut pouvoir reproduire le signal de référence de 10MHz en plusieurs copies ayant une amplitude suffisante, et une bonne fidélité comparée au signal original. L'amplitude requise est habituellement de l'ordre de 1V RMS, mais ça varie d'un instrument à l'autre. Bien, il existe des amplificateurs de distribution professionnels qui s'affranchissent très bien de cette tâche. Bruit de phase très faible, isolation galvanique entre les ports, stabilité hors-pair en température. Avez-vous 200 dollars à mettre sur un ampli de distribution? ou même 2000\$? Il est possible de s'en fabriquer un à moindre coût. Mais on peut aussi utiliser un amplificateur de distribution de signal vidéo décommissionné. Je parle ici d'un ampli conçu pour distribuer un signal de type RGB ou Composite habituellement présent en studio, pas d'un ampli de signal d'antenne pour la maison. Depuis l'avènement de la télé numérique, il y en a en circulation à bas coût. Regardons donc plus en détail de quoi il s'agit.

==BUSTE Finale==

Je veux que ce soit clair. Les puristes vous diront que seul un ampli de distribution de référence conçu pour cette tâche est acceptable, et rien de moins. Et il n'ont pas tort. Mais tout dépend du genre d'essai que vous faites et du type d'instrument utilisé. Pour 99% d'entre nous, bidouilleurs, l'ampli vidéo fera un travail adéquat. Vous n'y verrez que du feu. Il fera un bon travail à condition de ne pas le surcharger en entrée ou en sortie. Aussi, attention aux courts-circuits sur les sorties.

Pour vous en procurer un, cherchez sur eBay, aux marchés aux puces et foires d'électronique, ou aux magasins de surplus d'électronique. Prenez le temps de vous documenter sur le sujet. Sachez ce que vous recherchez en fait de bande passante,



d'amplitude de sortie et de nombre de sorties désirées. Vous ne devriez pas payer plus de 40\$ pour un ampli de distribution vidéo usagé.

Voilà j'espère vous avoir convaincu de cette possibilité. Comme toujours, faites-moi part de vos suggestions et commentaires. À la prochaine!



## #47 Projet PIC: PCB positionnement des Pièces

C'est le temps de positionner les composants sur la plaquette de circuit imprimé de la charge fictive.

==THEME==

Bidouilleurs salut. La vidéo Partie 15 du projet de charge fictive en courant continu montrait la saisie du schéma électrique assisté par ordinateur, ainsi que l'association des empreintes physique à chaque composant. Ces étapes étant complétées, il s'agit maintenant d'importer la netliste de notre circuit dans le logiciel de création de plaquette et de faire un positionnement stratégique de chaque pièce. Allons donc voir en quoi ça consiste.

==CAPTURE PC==

Lançons donc l'outil de création de plaquette. Voilà. La première étape consiste à configurer les couches qu'on va utiliser durant la conception. On conçoit ici une plaquette à deux faces, on garde donc Front-Cuivre et Back-Cuivre, donc les couches de cuivre de dessus et dessous la plaquette. On n'aura pas besoin des couches d'adhésif et de pâte de soudure, ces couches étant utilisées en montage en surface. On peut garder les couches restantes pour le moment.

L'étape suivante consiste à importer la netliste dans l'outil. On fait cela ici. C'est fait. Gardez un œil sur les messages de progression de cette fenêtre. Ils vous indiqueront les problèmes rencontrés lors de l'importation, comme par exemple, une absence d'empreinte pour un composant, ou l'impossibilité de faire correspondre les numéros de broches du schéma électrique à ceux des empreintes. Ce genre de problème se présente presque à tout coup. En présence de ce genre d'erreur, vous retournerez au schéma, ou à l'outil d'association composant-empreinte, corrigerez les problèmes, re-génèrerez la netliste, et l'importerez à nouveau dans l'outil de plaquette.

Bon, lorsque l'importation de netliste est complétée vous obtiendrez toutes les empreintes empilées comme ça les unes par dessus les autres. On veut maintenant les étendre sur la surface de la plaquette pour pouvoir mieux les reconnaître. Mais il faut d'abord créer un périmètre de plaquette temporaire. On le fera volontairement grand. On choisit la couche "Edge Cuts", et donc les coupes de bordure de plaquette. On tracera le périmètre comme ceci. Voilà. Notez que vous pourriez plutôt choisir de tracer un périmètre de plaquette correspondant aux dimensions précises logeant dans un boîtier choisi. Maintenant on va étaler les composants. Il existe une commande pour faire cela. On active d'abord le bouton Mode Module. L'outil nomme les empreintes des modules. On clique ensuite avec notre bouton de droite sur la pile de pièces et on choisit, Global Move and Place, Déplace tous les modules. Oui, je sais, pas très intuitif. Voilà les pièces sont étalées plutôt arbitrairement. Mais au moins, on peut les voir individuellement. Déplaçons les dans le périmètre de notre plaquette. C'est fait. On voit aussi le chevelu, ces lignes qui inter-connectent les broches. Le chevelu montre les connexions électriques à compléter, telles que fournies par la netliste. Le chevelu est notre meilleur ami car il nous permettra de positionner les composants de façon à minimiser le croisement des pistes de cuivre. OK, maintenant on déplace les composants un à un, et on les positionne de façon relative, en fonction du chevelu et de notre connaissance



du circuit de la charge fictive. On va mettre le micro-contrôleur au centre. On va placer la diode de puissance, la résistance et le Mosfet en bordure droite de la plaquette compte tenu que les deux derniers seront montés sur un gros dissipateur de chaleur. Déjà j'oriente les pièces pour minimiser le croisement du chevelu et permettre leur montage sur le dissipateur. Pour le moment, je ne me soucie pas de l'espacement entre les pièces. Je comprimerais le tout plus tard. Alors je continue cet exercice pour toutes les pièces. J'en saute maintenant un bout du processus pour accélérer cette vidéo. Voilà, l'exercice est terminé. Bon c'est évident que le positionnement n'est pas final, car on va probablement découvrir de meilleurs emplacements lorsqu'on comprimera le tout ou lorsque l'on passera des pistes. Mais je crois qu'on n'est pas loin en fait de positionnement relatif. Durant le processus, on n'oublie pas de sauvegarder régulièrement!

Avant de comprimer les composants, on va positionner le MOSFET et la résistance de puissance de façon stratégique, en fonction du dissipateur. Je vais les positionner à 1,5 pouce (ou 38 mm environ) l'un de l'autre. Je me sers d'une cote de mesure pour faire cela. J'ajoute une cote de 1,5 pouces. J'aligne ensuite les deux composants sur la cote. Voilà. Je pourrais verrouiller les deux pièces si désiré.

Maintenant débute le travail de compression des composants. Je vous passe ça en accéléré. On va laisser quand même de l'espace entre les pièces, beaucoup plus d'espace en fait que ce que le fabricant de plaquette typique a besoin pour fabriquer une telle plaquette. Il serait bon de cependant connaître à l'avance les espacements minimums exigés par votre fabricant choisi. L'autre considération d'espacement ici est pour le micro-contrôleur et l'ampli opérationnel. Je veux utiliser des supports de C.I. Les supports sont habituellement aussi larges que les îlots des broches. On va donc se laisser un espacement additionnel sur le périmètre des C.I. Voilà, c'est fait, en tout cas une première passe. J'ai refait un périmètre de plaquette beaucoup plus petit. Ça commence à nous donner une bonne idée des dimensions de la plaquette finale.

Il reste une autre action avant de compléter cette vidéo, soit d'ajouter des trous de montage. Je me suis au préalable assuré de laisser des zones sans composants aux 4 extrémités de la plaquette. Je place donc un trou venant de la librairie d'empreintes. Celui disponible est plaqué en cuivre. Moi je veux un trou isolé, sans métallisation. Je modifie donc le trou pour le définir comme non-métallisé. Ce trou a un diamètre de 120 millièmes de pouce, ou 3 millimètre. C'est suffisant pour de petites vis, mais je pourrais changer son diamètre. Je fais le même exercice pour les 4 trous, et je les aligne en rectangle par l'entremise de lignes tracées temporaires. Les trous sont faits. Finalement, je décide de déplacer la diode de puissance pour faire de la place pour un logo ou du texte identifiant la plaquette. Excellent! Voici ce qu'aura l'air la plaquette au niveau du positionnement des pièces. On aura vraisemblablement des modifications subséquentes à faire. Comme par exemple, la grosseur des trous pour les connexions à la batterie. Des trous de 1mm sont trop petits pour le calibre de fil prévu. On verra cela dans la vidéo subséquente. Ça suffit pour l'instant.

==Buste==

OK, vous vous demandez peut-être combien de temps j'ai passé sur ce que vous avez vu dans cette vidéo? Un bon 2 heures. Il faut dire que j'en suis encore au stade d'apprentissage de KiCad. J'aurais certainement coupé le temps de moitié si j'avais été totalement à l'aise avec le logiciel.



Dans la prochaine vidéo, vous devinez sans doute ce qu'on va faire? On va router les pistes sur la plaquette! D'ici là, faites moi part de vos commentaires sur cette vidéo, ou sur Facebook. À la prochaine!



## #48 Restauration R301 P1

Bidouilleurs Salut! Cette fois-ci je vous propose une série de vidéos très différente. C'est quelque chose que je n'ai jamais faite. C'est très déstabilisant. On recule de 75 ans.

Je vous propose de faire la restauration de cette console radio datant du début des années 1940. Il s'agit du modèle SilverTone R301 de la compagnie Sears-Robuck, grande chaîne de magasins à rayon américaine, toujours en existence aujourd'hui. La radio possède des boutons de mémoire mécanique de stations. C'est une radio à 5 bandes, La bande MA traditionnelle, plus 4 bandes d'ondes courtes. Pour moi, ces bandes additionnelles constituent l'intérêt principal et lui donnent plus de valeur. Le châssis électronique possède 10 tubes à vide, dont un œil frontal de synthonisation des stations.

Un peu de recherche sur internet, et j'ai trouvé le feuillet de service du châssis R301. Je suis très chanceux, car je ne crois pas que j'aurais contemplé l'idée de restorer cette radio sans le schéma électrique.

Il y a deux antennes au bas de la console, une antenne rotative, probablement l'antenne à ondes courtes, et une antenne fixe montée sur une des faces intérieures.

Il est hors de question que je tente de mettre en marche la radio telle quelle. Trop risqué, d'un point de vue sécurité. Avez vous vu l'état du cordon d'alimentation? O yoyoye!

La console est faite de placage de bois. Elle aura elle aussi besoin de beaucoup d'amour. Il y aura quelques réparations de placage à faire. Et la surface devra être ramenée au bois nu. Un re-finition complète doit être accomplie. Là aussi, j'aurai besoin de faire beaucoup de recherche. Avec un meuble, on n'a pas deux chances de bien faire...

Voilà, ça promet d'être très amusant, et instructif aussi, car vous pouvez être sûrs qu'on va analyser le schéma électrique et le fonctionnement général de la radio. Ce sera un projet à très long terme, donc j'espacerais de beaucoup les vidéos. Je couvrirai bien d'autres sujets dans les intervalles, question de plaire à tous et toutes. C'est le genre de projet facile à débiter, mais difficile à compléter... On verra bien. À la prochaine!



## #49 Projet PIC: PCB routage

Le positionnement des pièces étant fait sur la plaquette de circuit imprimé, on peut maintenant passer les pistes de cuivre.

==THEME==

Bidouilleurs salut. La vidéo Partie 16 du projet de charge fictive en courant continu montrait l'importation des empreintes des composants dans l'outil de création de plaquette de circuit imprimé. Par la suite nous avons fait le positionnement des empreintes de façon relative, compte tenu de notre connaissance du circuit électrique, ainsi du chevelu montré par l'outil. Il s'agit maintenant de router les pistes de cuivre sur les 2 surfaces de la plaquette. Sans plus tarder, on y va!

==ZOOM PC==

Comme mentionné dans la vidéo précédente, il faut élargir les trous et les îlots pour les connexions à la batterie car le calibre de fil sera plus grand.

Je double-clique sur le pad, et j'invoque l'éditeur de module. De là, j'édite le pad. On va augmenter le pad à 140 millièmes de pouce, et le diamètre du trou à 80 millièmes. Ensuite on remplace le module sur la plaquette. Et on fera la même chose sur le deuxième pad.

Très bien, maintenant on va aller définir une largeur de piste par défaut. Dans Règles de Conception, Règles de Conception. On a ici l'éditeur de classe de pistes. La largeur de piste par défaut est de 10 millièmes de pouce. C'est trop étroit pour notre application. On n'a pas des bus complexes à router, donc on y va aussi large que possible. Je définis une nouvelle classe, que j'appelle "20 millièmes partout". 0.020 millièmes de largeur ce sera correct. Je ne touche pas à la définition des vias. J'applique cette classe à tous les équipotentiels de notre circuit, ou tous les nets si vous préférez. C'est bon. On peut maintenant procéder.

On va d'abord créer des îlots de cuivre pour pouvoir transporter le courant maximum de 3 ampères, que notre charge fictive supporte. Des traces de 0.020 millièmes seraient nettement insuffisantes. Pour vous en convaincre, vous pouvez faire appel aux outils de calcul intégrés à KiCad. Je vais faire les îlots le plus grand dans la mesure du possible, avec le but de diminuer les pertes ohmiques et donc de diminuer les chutes de tension. Voilà, j'en ai un de fait. J'accélère le processus.

OK, maintenant on va débiter le routage des pistes traditionnelles. On va réserver le plus possible la couche du dessous pour le plan de masse. Donc la stratégie est de passer le plus possible de pistes sur la couche du dessus, ici montrée en rouge. Je me guide à l'aide du chevelu et je m'exécute à bon rythme. Je m'assure de garder le plus de distance possible entre les îlots de cuivre. Lorsqu'il y a croisement de pistes, je passe la piste sur la couche inférieure, mais je les garde le plus court possible, quitte à utiliser un via pour retourner à la couche supérieure dès que possible. Vous aurez compris qu'un via permet de passer d'une couche à l'autre. Je peux consulter l'outil de vérification des règles de conception pour connaître les pistes manquantes, ou les violations de distance. Évidemment à ce stade-ci, les connexions à la masse sont manquantes. On les garde pour la fin.

OK, le routage est complété. On s'en est bien tiré, car il n'y a que quelques courtes pistes sur la face inférieure, et que 2 vias d'utilisés. On aura donc un bon plan de masse. Il y a encore



de l'optimisation de possible. Il faudra inspecter attentivement les pistes et figoler les espacements. Notez que j'ai passé des pistes sous les composants. C'est correct, à condition que les composants n'aient pas de boîtier conducteur. Posez-vous cette question maintenant, pour ne pas avoir de mauvaise surprise lors des essais de la plaquette.

Maintenant je peux couler mon plan de masse, une grande zone de cuivre sur la surface inférieure. Je choisis l'équipotential GROUND, et Je trace le contour, tout en me gardant à l'intérieur de la bordure de la plaquette. Ensuite je remplis de cuivre. Toute beauté. On remarque que seulement les pads à la masse, montrés ici en jaune, se trouvent connectés au plan de masse. Du coup, on n'a plus aucun chevelu de montré.

Bon, il y a autre chose à faire. Je veux élargir les pistes d'alimentation. Je définis une nouvelle classe d'équipotentiels, avec une largeur de piste de 50 millièmes de pouce. Et j'y associe les nets d'alimentation. Ils'agit ensuite de faire "Change largeur de piste" sur toutes les pistes concernées. Une piste de plus sur la couche inférieure. Pas d'impact car il n'y a aucune connexion au plan de masse d'affectée par cette nouvelle piste.

Pour terminer, on vérifie les règles de conception pour s'assurer que toutes les pistes ont été passées, et aussi qu'il n'y a aucune violation d'espacement. Excellent.

==Buste==

Bon, il restera encore des ajustements à faire. Tout cela est fonction de votre niveau de perfectionnisme. Le mien est assez élevé, donc je passe beaucoup de temps sur une plaquette. J'y ai passé un autre 2 heures juste pour les pistes.

Un commentaire en terminant. Il existe des routeur de piste automatique. Il est possible avec KiCad d'utiliser ce genre d'outil. Lorsque la plaquette contient beaucoup de pistes, ça peut être utile pour figurer certains patrons de routage. Mais moi j'ai passé les pistes de façon manuelle. Les résultats d'un routage automatique ne sont jamais tout à fait ce qu'on voudrait. Parfois même, c'est décevant de constater que l'outil de routage n'a pas pu compléter le travail, alors que, visiblement, il y avait une solution de routage possible. Je peux vous parler d'expérience. À mon travail, nous élaborons présentement une plaquette ayant 12500 composants, vous m'avez bien entendu. Notre technicien de conception de plaquette n'utilise aucun routeur automatique, si sophistiqués soit-il. Il les considère comme du temps perdu, car il y a trop d'exceptions à gérer, et trop d'ajustements subséquents à faire. Au final, à vous de choisir.

Donc dans la prochaine vidéo, on va terminer les ajustements de traces et de trous, le figolage quoi. On va aussi positionner le marquage des pièces, le silkscreen. On va ajouter un logo et du texte. On va finalement produire les fichiers de fabrication et on va les inspecter attentivement. Ce sera donc la dernière vidéo couvrant la conception de la plaquette. C'est donc un rendez-vous! À la prochaine!



## #50 Invitation Questions

Bidouilleurs Salut. Une courte vidéo pour vous lancer une invitation. Je reçois occasionnellement des questions reliées à certaines de mes vidéos, ou tout simplement des questions techniques sollicitant mon opinion. Je vais donc débiter la production de vidéos périodiques de Questions-Réponses. Je vous invite à me faire parvenir vos questions. Elle doivent toucher le bidouillage électronique, et être d'intérêt pour les internautes qui suivent ma chaîne, autant que possible. Je sélectionnerai les plus pertinentes et intéressantes, et j'y répondrai, en quelques minutes tout au plus pour chaque question. Je vous suggère de me faire parvenir vos questions à l'adresse courriel suivante [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca), à nouveau [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca) . Ça c'est la méthode privilégiée. Vous pouvez aussi me soumettre une question sous forme de commentaire sur Facebook. Finalement, un commentaire sur Youtube est aussi acceptable, mais j'espère ne pas en échapper. Vous devinez bien cependant que je ne peux m'engager à répondre à toutes les questions. Tout cela n'est qu'un passe-temps. Malgré que parfois je me demande c'est quoi la définition d'un passe-temps!...

Donc, à vous la possibilité de rendre les chroniques Questions-Réponses intéressantes et amusantes. J'attends vos questions et À la prochaine!



## #51 Restauration R301 P2

Première partie de la restauration de la console-radio, le désassemblage du châssis électronique. Préparez-vous à de la poussière!

==THEME

Bidouilleurs, salut. Je vous ai mentionné dans ma vidéo #48 que j'allais faire la restauration de cette console-radio Silvertone R301, de circa 1941. Et bien, l'automne s'installe à grands pas; il est donc temps de commencer ce projet d'intérieur. Je vous avoue que je n'ai pas trop d'expérience avec les appareils à tubes, donc ce sera des découvertes autant pour moi que ça pourrait l'être pour vous. Bon bien allons-y, on démonte!

==VIDEO RADIO==

Étape 1, le retrait du châssis électronique de la console. Assez facile somme-toute. À l'Avant, on retire les boutons et on dévisse la plaque frontale. Par la suite, c'est à l'arrière que ça se passe. 4 grosses visées et 4 petites visées plus tard, je retire le châssis. Un petit regard à l'intérieur de la console, vous voyez 75 ans de poussière des États Unis d'Amérique. Crouté, pour le moins qu'on puisse dire. On garde le meuble pour plus tard. Yeah! Le plaisir commence. La plaque frontale et les boutons sont en bonne condition. Je m'interroge sur le plastique utilisé. En 1940 le Bakelite était encore roi. Mais ça c'est pas du bakelite. Hmmm... Bon, le châssis maintenant. Crouté vous dites? Le système de cordes pour l'indicateur à aiguille est intacte. Surprenant quand même. Tous les tubes à vide sont présents, ça c'est une autre bonne nouvelle. Pas de garantie qu'ils fonctionnent tous cependant. Les écrans à tube sont aussi tous là. Les condensateurs électrolytiques, les 2 cannettes cylindriques verticales ont coulé. Pas surprenant considérant l'âge.

Maintenant à l'intérieur sous le châssis. À première vue, tout semble en bonne condition, compte tenu de l'âge. Et il ne semble pas qu'il y ait eu trop de mains de bidouilleurs américains là-dedans. De plus près, on constate la propreté relative. Les bobines sont en bonne condition. Un arbre flexible permet de tourner le commutateur de bande-radio à distance. Il est en bon état.

Bon dehors maintenant, l'air comprimé et un vieux pinceau se font aller. Ouf, quel plaisir de voir la poussière voler au vent. J'y vais par pulsations, et je fais particulièrement attention sous le châssis. Pas grand chose en dessous.

Il y a quelques taches de rouille, mais très peu quand même. Un peu de peinture localisée, et ça suffira à stopper le cancer. Maintenant allons analyser plus en détail le travail à accomplir sur l'électronique.

==ANALYSE DÉTAILLÉE==

==BUSTE FINALE==

Alors voilà, le châssis est en bonne condition, compte tenu de son âge, 75 ans. Bien sûr, je ne m'attendais pas à ce que l'appareil puisse démarrer tel quel. Aussi, pratiquement pas de rouille sur le châssis. J'ai vu une photo du même modèle de châssis, et il était totalement rouillé, alors je me compte chanceux. Et en dessous, il est en excellente condition. Le gros du travail sera évidemment de remplacer tous les condensateurs et les résistances. Aux grand



maux, les grands remèdes! J'ai confiance que cet appareil va fonctionner. Et vous?  
Dans ma prochaine vidéo, je vais vous montrer le schéma électrique de la radio, que j'ai trouvé sur le Internet. Il y a quelques particularités intéressantes et même amusantes, surtout en ce qui a trait à la sécurité. C'est donc un rendez-vous. À la prochaine!



## #52 Projet PIC: Fignolage et Gerbers

Bon, on finit ça cette plaquette de charge fictive. On fignole un peu et on inspecte le tout.

==THEME==

Bidouilleuses, Bidouilleurs Salut! On est donc dans le dernier droit de la conception de la plaquette de circuit imprimé de notre charge fictive en courant continu. On a passé les pistes de cuivre et le plan de masse. Mais il reste plusieurs petites tâches à accomplir, soit pour la fonctionnalité, soit pour des raisons d'esthétique. Lorsque tout sera complété, on enverra le tout en fabrication. Bon, allons figoler.

==SCREEN CAPTURE==

La première chose qui me saute aux yeux est le peu d'espacement entre le plan de masse et les pistes sur la surface inférieure. Je vais donc éditer les paramètres du plan de masse pour augmenter l'espacement de 10 millièmes à 20 millièmes de pouce. Lorsque je recoule la surface, je vois clairement que l'espacement a augmenté.

Ensuite, je vais effacer le marquage inutile de la sérigraphie (ou le silkscreen), par exemple la valeur de la pièce, inutile à montrer sur une plaquette. Je rends donc la propriété du texte invisible. Voilà c'est fait.

Maintenant je déplace le marquage à l'extérieur des empreintes, question de bien voir les désignations même quand les composants sont installés. Bon, on saute un peu, voici le résultat final. Maintenant on ajoute du texte pour bien identifier les ports d'entrée et de sortie de la plaquette. On s'assure de ne pas placer le texte sur les pads métalliques exposés. Voilà, je crois que vous pigez, voici le résultat final du texte. Vous noterez l'ajout du nom de la plaquette, sa version, ainsi que le logo Électro-Bidouilleur, question de rendre ça encore plus pro.

Ensuite, on continue dans le fignolage. Je veux doubler la surface de cuivre qui transporte le courant de la batterie. La façon la plus simple consiste à copier les îlots de cuivres de la surface de la surface du dessous vers la surface du dessus. Je vais copier l'îlot au centre de l'écran. Pour ce faire je dois d'abord changer la forme du plan de masse. Voilà. Maintenant pour copier l'îlot c'est simple, il y a une fonction dans le menu zones, Dupliquer Zone. Je choisis sur quelle couche je veux la forme, et voilà. J'ai donc ma nouvelle forme en vert, sur la face inférieure. Ne reste plus qu'à l'inonder. Voilà. Ici, je conidère que ces 2 formes sont trop proches l'une de l'autre. Je modifie donc la forme inférieure.

OK maintenant, j'ai oublié de vous mentionner, sur le marquage silkscreen, j'ai enlevé le dessin des fils qui chevauchent les pads. Il est certain que le fabricant de plaquette ne laisserait jamais le marquage chevaucher les pads. Il modifierait les fichiers pour éliminer cela, même sans notre autorisation. Néanmoins, je les ai enlevés en éditant le marquage des pièces. Bon, le résultat de marquage semble correct.

Toujours dans le fignolage, la piste large d'alimentation du pic devrait venir du condensateur de découplage C5 associé au pic, pas du connecteur pour le ventilateur. Je vais donc la refaire.

OK, assumons que tout est à notre satisfaction. Il est temps de produire et inspecter les fichiers que l'on fait parvenir au fabricant de plaquette. Il s'agit des fichiers gerbers et le fichier de perçage NC-Drill, des fichiers reconnus par tous en fabrication de plaquette. Pour les



produire, on utilise la fonction Tracer. On choisie l'option gerber, et on trace. On crée aussi le fichier de perçage. Voilà. KiCad possède un visionneur de gerber. On l'invoque comme ceci. On ouvre ensuite tous les fichiers produits. Maintenant débute une partie très importante du travail, soit l'inspection de chaque couche, soit le marquage, le resiste de soudure (la couche habituellement verte appliquée sur la plaquette), la couches de cuivre du dessus, le perçage (illustré par des symboles variés associés aux diamètres des mèches). J'insiste ici: Prenez soin de revérifier le diamètre de perçage de toutes vos pièces. Maintenant la couche de cuivre du dessous. Ah, voyez-vous? Il y a un vide de cuivre entre les 2 pads. Ici il n'y a pas de conséquences. Mais c'est une découverte. Finalement, on analyse les 2 fichiers de perçage, le premier montrant les trous métallisés sous forme de diamètre et de coordonnées X-Y. Le 2ème fichier montre les trous non-métallisés, les 4 trous de vos pour le montage de la plaquette.

==BUSTE FINALE==

Bon, il faudra bien un jour que vous vous convainquiez que vos fichiers sont prêts pour la fabrication. Lorsque vous aurez suffisamment passé de temps à vérifier votre conception, vous transférerez les fichiers à votre fabricant de plaquette préféré, et vous demanderez une soumission. Une fois payée, vous n'aurez qu'à attendre le colis en vous rongant les ongles d'anxiété. Souhaitons que tout sera conforme, et fonctionnel une fois assemblé, sinon vous pourrez toujours utiliser les plaquettes restantes comme sous-verre! À la prochaine!



## #53 Restauration R301 P3

Bidouilleurs, Salut! Dans la deuxième partie de cette série de vidéos sur la restauration d'une console radio Silvertone R301, je vous ai montré l'état du châssis électronique ainsi que la somme du travail à accomplir pour la rendre à nouveau fonctionnelle et sécuritaire. Depuis, j'ai fait la commande des pièces de remplacement. J'ai sélectionné des composants dont les spécifications de tension maximale et de puissance maximale sont égales ou plus grandes que les spécifications d'origine. Les pièces arriveront sous peu. On a donc un peu de temps pour analyser la conception de cette radio. Ce sera plutôt facile car J'ai obtenu le schéma électrique sur le web. Mais regardons d'abord le diagramme-bloc de la radio.

==TABLEAU BLANC==

==SCREEN CAPTURE PC==

Analyse du Schema Electrique

-----

Super-Heterodyne

Oscillateur local, banque de circuits LC pour l'oscillateur.

Mélangeur, les 2 dans le même tube.

Détecteur

F.I. de 455 KHz!

Pas d'étage d'ampli RF. Utilisation domestique, pas très sensible.

5 tubes à vide seulement pour l'ampli audio.

Je crois que Classe B. Étage pilote et Étage final. Transformateur à même le haut parleur.

Nécessite étage d'inversion de phase pour un des 2 côtés.

Discussion du forum. Conception exagérée.

Haut Parleur ElectroDynamique à Electro-Aimant.

Pas d'aimant permanent.

Champ magnétique créé par courant du bloc d'alimentation.

Bobine du H-P sert de bobine d'arrêt (choke).

Attention à la sécurité. B+ sur le haut-parleur.

Bloc d'alimentation classique.

Un tube de redressement à double diode. Redressement en pleine-onde.

Transformateur à multiples enroulements

5V CA pour les filaments

Haute tension pour les plaques des tubes.

Oeil-Cyclope de synthonisation. Alimenté par le détecteur.

Alimentation CA.

Condensateurs de filtration de bruit sécuritaires?

Chassis flottant par rapport au primaire.

Si défaillance d'un condo. Risque de chassis vivant.



Nécessité de condensateurs certifiées pour le CA.  
Pas de fusibles On se fiait sur le fusible dans le panneau électrique!  
Fils CA coincés à l'intérieur sous les condos, sans protection additionnelle.  
Juste pour sauver quelques attaches.  
Pas de couvercle sous le châssis! Du bois! Risque d'incendie!  
Homologué UL! Que les temps ont changé!

Bias cell.

Cellule-pile de polarisation, 1.2V CC.  
Discussion sur sa nécessité.  
Peut être ranimée avec eau distillée.

Valeurs des résistances. MOhms, wOhms, MEGOhms

==BUSTE FINALE==

Alors voilà, On a maintenant une meilleure idée du fonctionnement général de la radio, ainsi que des considérations de sécurité. Dans la prochaine vidéo, on va débiter la restauration. On va, entre autres, reconstruire l'étage d'entrée du secteur, et faire le remplacement de tous les condensateurs et les résistances. Soyez y! Merci et à la prochaine!



## #54 Marketing pour Naïfs - Cables Secteur Hi-Fi

Que diriez-vous de payer plus de 3000 dollars pour un simple câble d'alimentation de secteur? Et oui! Suivez-moi!

==THEME==

Bidouilleurs, salut. À l'occasion, je brûle d'envie de faire des commentaires moins politiquement corrects. Et bien aujourd'hui, je me permet d'en faire un. Je vous parle du monde fascinant des chaînes sonores de très-haute-fidélité. Dans ce monde sans limite, il y a beaucoup de poudre aux yeux, beaucoup de subjectivité malhonnête, beaucoup d'illogisme. Mais il y a un item qui me fait grimacer au plus haut point. Il s'agit du câble d'alimentation du secteur. Oui, ce câble qui fournit l'alimentation électrique à vos composants Hi-Fi. Il se trouve sur le marché des câbles d'alimentation dont le prix dépasse largement le ridicule. 100, 500, 1000 et même 2000 dollars ou Euros. Ah, la description de ces câbles fait saliver, et est presque sensuelle même.

Un exemple? A 49E le mètre, prises exclues: Câble secteur de prestige. Conducteurs en cuivre hautement désoxygéné, double blindage et blindage asymétrique. Une tresse antivibratoire, un tressage haute densité du blindage asymétrique agissant comme un écran fantôme et un feuillard aluminium assurent une isolation à toute épreuve contre les parasites électro-magnétiques.

Un autre exemple, à 499E pour un câble complet. Ce câble offre tous les avantages des superbes connecteurs de la gamme xyz. Chacun de ces connecteurs propose de très grandes performances avec leurs trois couches de matériaux qui augmentent la qualité des contacts ce qui augmente la précision des graves et la douceur et délicatesse des aigus. Imaginez, sur ce même site web, et ce site n'est qu'un exemple, il y a un câble en vente à prix réduit, à 3650E!

==Mains sur la tête==

Écoutez, il y a beaucoup d'arguments à donner contre ces arnaques, mais je me contenterai ici de trois.

Premièrement, Avec un tel câble, vous prenez grand soin des deux derniers mètres de l'alimentation de votre appareil hi-fi. Mais que faites-vous des 23 mètres de fils dans le mur et jusqu'au panneau électrique principal? Et que faites-vous des 500 autres KM de fils jusqu'à la centrale électrique? Quelle absurdité...

Deuxièmement, Si votre chaîne sonore nécessite un super câble d'alimentation super-filtrant et super-conducteur pour aider son bloc d'alimentation, posez-vous la question sur la qualité de conception du bloc d'alimentation, et de votre appareil Hi-Fi tout entier tant qu'à y être.

Troisièmement, Une chaîne sonore, ça se magasine avec les oreilles, pas avec les yeux ni avec le porte-monnaie. C'est évident qu'un pareil câble ne passerait pas un test audio A-B à l'aveugle.

En Hi-Fi, il se trouvera toujours des audiophiles qui vous diront percevoir des subtilités musicales qu'aucun appareil de mesure ne peut discerner, que l'oreille typique ne peut percevoir. Ne mordez pas à ce marketing pour naïf, servez-vous plutôt de votre jugement critique. Utilisez donc des câbles d'alimentation de bon calibre, à quelques dollars pièce. Et



laissez tomber le beryllium, blindage asymétrique, le désoxygéné et les belles couleurs. Et si le minime risque d'interférence électro-magnétique vous empêche de dormir, vous n'avez qu'à y ajouter un noyau de ferrite, comme ça.

Si vous êtes l'un de ceux qui ont dépensé une petite fortune sur un câble d'alimentation du secteur, je suis désolé pour vous. Sans rancune?

J'aurai d'autres arnaques touchant la hi-fi et l'audio-visuel à vous exposer dans des vidéos ultérieures. Trop amusant et illogique comme champ d'intérêt. Entretemps, à la prochaine!



## #55 Restauration R301 P4

Nous voici au travail de re-construction et de rajeunissement des composants de la console-Radio R301.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Dans la dernière vidéo de cette série sur la restauration d'une console récepteur-radio Silvertone R301, On a fait l'analyse du circuit électronique. On a aussi constaté qu'il y avait des lacunes de sécurité sur le circuit d'alimentation électrique du châssis. Je vais donc ici reconstruire le câblage du secteur. Je vais ensuite vérifier les enroulements du transformateur, car un transformateur défectueux signifierait la fin, en toute vraisemblance, de ce projet de restauration. Finalement, je débiterai le remplacement de toutes les résistances et tous les condensateurs en papier et ceux du type électrolytique. J'ai d'ailleurs reçu ma commande de pièces, alors on est prêt à procéder. Mais allons d'abord voir le résultat de la reconstruction de l'alimentation électrique.

==Vidéo explication re-wiring transfo==

==Vidéos de test transfo.

OK, en préparation du remplacement des deux condensateurs électrolytiques du bloc d'alimentation, ceux-ci, j'ai vidé complètement les condensateurs électrolytiques existants, de sorte que je puisse utiliser les bornes existantes sous le châssis pour y fixer les nouveaux condensateurs. Ces derniers seront beaucoup plus petits que ceux d'origine. Après dessoudage des fils et démontage des condensateurs, il s'agissait de couper leur tête le plus nettement possible, pour pouvoir la recoller plus tard, et ainsi préserver l'esthétique originelle. J'ai utilisé un outil polyvalent du type Dremmel, équipé d'un disque mince de coupe. Par la suite j'ai vidé les solides, et les liquides. Wash! J'ai nettoyé ensuite l'intérieur. Une vérification à l'Ohmmètre m'a montré qu'il y avait toujours conductivité, donc contamination et corrosion des contacts à l'intérieur des cannettes. J'ai alors démonté, nettoyé et reconstruit les bornes en utilisant du film de Teflon blanc, que l'on voit à l'intérieur ici, et à l'extérieur ici. J'ai aussi utilisé du ruban adhésif de polyimide pour garantir l'isolation. Tout ça semble exagéré, mais n'oubliez pas qu'il y aura jusqu'à 250V CC d'appliqué sur ces bornes. J'ai finalement ré-installé les cannettes et re-soudé les fils. Les bornes sont maintenant prêtes à recevoir les nouveaux condensateurs.

Autre vérification, celle des filaments des tubes à vide. Un simple test de continuité avec un Ohm-mètre suffit pour démontrer le bon état des filaments. Je joue visiblement de chance, car les 10 tubes ont leur filament intact. Ça ne garantit pas que les tubes sont fonctionnels, mais un filament coupé aurait signifié l'achat systématique d'un tube de remplacement. J'étais donc prêt à entreprendre le remplacement des résistances et des condensateurs en papier. Voici la commande telle que reçue de JustRadios, une petite entreprise familiale située en Ontario, la province voisine. Chaque item était très peu cher, l'ensemble des pièces m'aura coûté moins de 40\$ américains, livraison incluse. J'ai choisi d'utiliser des résistances de film métallisé de 1W pour remplacer les résistances au carbone de 1/3W. Voici donc un exemple des manipulations nécessaires au remplacement d'une résistance. J'utilise un pistolet à souder Weller de 150W. On ne fait pas de la micro-électronique ici! On aspire



d'abord de la soudure pour pouvoir plus facilement dégager les broches. Par la suite on chauffe à nouveau tout en agitant la broche pour la dégager, même une fois refroidie. Il s'agit ensuite d'extraire la broche. On installe la nouvelle résistance en pliant la broche autour de la borne. On soude généreusement, et voilà. Finalement, on inspecte et on élimine les morceaux de soudure et des bouts de broche qui pourrait causer un court-circuit.

==BUSTE FINALE==

Bon bien j'ai beaucoup de pièces à remplacer. Quelques heures de plaisir en perspective. Dans ma prochaine vidéo, j'aurai complété le remplacement des pièces. On pourra donc passer aux essais! On ira graduellement, en débutant par le bloc d'alimentation. Je vais tout filmer, donc vous ne manquerez rien, c'est promis. Soyez y! À la prochaine!



## #56 Q&R #1

Voici la première vidéo de Questions et Réponses. Sujets très variés, vous verrez.

==THEME==

Bidouilleurs Salut! On essaie ce nouveau type de vidéos. Suivant ma sollicitation dans la vidéo #50, j'ai reçu et compilé une série de questions de la part de bidouilleurs comme vous. Un gros merci à ceux qui ont pris le temps d'envoyer ces questions! Continuez à m'en faire parvenir. Je vous présente celles que je trouve plus pertinentes aux bidouilleurs qui me suivent. Et je vais donc tenter d'y répondre de façon succincte, mais espérons-le assez étoffée. On s'ajustera en conséquence dans les vidéos ultérieures.

-----  
abyss01

Q: Les tensions négatives. Comment on les obtient et à quoi elle servent.

-----  
Hakha

Q: Je répare un tableau d'affichage de sport, le souci c'est que je suis dans l'incapacité de trouver la référence d'un composant grillé. J'ai beau chercher, impossible de trouver une info, je ne sais pas si c'est un transistor ou thyristor, la référence inscrite est 30E K03. Voici la photo.

R: En effet pas facile depuis la venue de mini-boîtiers de type SOT. Pas beaucoup de place pour y écrire le numéro complet de la pièce. dans ce cas-ci, même pas de logo d'entreprise. Par où débiter? La désignation U1 sur la plaquette révèle que c'est un circuit intégré, pas un semiconducteur de base (diode, transistor). Le boîtier est SOT-89. Probablement un circuit intégré analogique. 3 contacts, pourrait être un régulateur de tension de faible courant. J'ai donc cherché, entres autres, "30e marking SOT-89" dans google et après longue analyse des résultats, je crois avoir trouvé: c'est un NJU7221U30, un régulateur de tension 3V de la compagnie JRC. La fiche technique de la pièce ainsi que l'info sur le site web de JRC semblent confirmer cela. Donc:

- Regarder désignation: indice?
- Analyser circuit en périphérie pour déduire la fonction de la pièce
- Faire des recherches sur Internet avec différents mots-clés, en anglais de préférence.
- Utiliser le marquage de la pièce, le type de boîtier. être patient.
- Idéalement, connaître/obtenir les standards de marquage des manufacturiers courants.

-----  
David Alloza

Q: Sur un bâtonnet de ferrite (montrer), si un enroulement n'est pas utilisé, pour le neutraliser doit on mettre les spires inutilisées en court circuit ou les laisser "en l'air".

R: Consulté un bon ami radioamateur à ce sujet pour obtenir 2ème opinion.

- 2 Circuits magnétiquement couplés.
- Pas nécessaire de travailler à "neutraliser" le deuxième enroulement, celui pas utilisé.
- On devrait le laisser en circuit ouvert, flottant.
- Si on place un court-circuit sur le second enroulement, il y aura circulation d'un courant dans cet enroulement. Cela va diminuer l'inductance effective des autres enroulements et



augmenter les pertes. Tout cela est bien sûr dépendant du niveau de couplage entre les enroulements. Regardez tous les modèles mathématiques de circuits magnétiquement couplés (Wikipedia). Vous verrez que l'inductance effective du premier enroulement est diminuée par l'effet du couplage magnétique sur le second enroulement. Donc on laisse l'enroulement déconnecté pour minimiser son effet.

-----

Nassim Cortocus

Q: Pour être un bon électronicien est-ce qu'il faut forcément faire des études, ou l'approche autodidacte suffit? Si oui, quelles sont les étapes à suivre pour apprendre l'électronique et être un bon électronicien?

R: Électronicien?

Professionnel (carrière)? : Technicien en électronique et Ingénieur Électrique avec spécialisation en électronique. Presque impossible de travailler en électronique sans formation professionnelle. Amateur? : bidouillage, être autodidacte excellent. Je connais de bons bidouilleurs d'électronique qui n'ont aucune formation professionnelle en la matière. Plusieurs radioamateurs.

-----

Plusieurs Bidouilleurs me demandent de produire des vidéos d'introduction sur les composants de base, comme les diodes et les transistors par exemple. Et bien, je suis réticent à produire de telles vidéos. C'est qu'il existe déjà plusieurs tutoriels de ce genre en français sur Youtube, et certains sont bien faits et simples à comprendre. Je ne voudrais pas ré-inventer la roue. Disons que je garde cela sur ma liste des sujets potentiels. On verra bien. ===Finale===

Bon, on s'arrête ici. Suffisamment longue comme première session de Q & R. J'espère que vous avez apprécié la variété des questions, et le niveau technique des réponses. Continuez donc à me faire parvenir des questions. Ça rendra ces vidéos encore plus intéressantes. Merci à l'avance et à la prochaine!



## #57 Restauration R301 P5

Quelques heures, et une trentaine de composants plus tard, j'ai complété le remplacement des composants. Ouf! J'en ai même fait un tour de rein. Rien à comprendre...

==THEME==

Bidouilleuses, bidouilleurs, Salut! Je vous rappelle que je suis en processus de restauration d'une radio antique Silvertone R301 du début des années 1940.

==Pan dans le châssis==

J'ai donc finalement terminé le remplacement de toutes les résistances au carbone. J'ai aussi remplacé les condensateurs au papier et les 3 condensateurs électrolytiques. Vous voyez toutes les pièces qui ont été remplacées. Maintenant voici le résultat. Vous noterez que j'ai utilisé du tube rétrécissant pour isoler les broches passant près d'objets métalliques. Juste une précaution additionnelle. Il me semble que le tout paraît pas mal plus vide qu'au départ. C'est fou ce que l'évolution peut faire.

==Buste==

Je suis donc rendu au stade des essais électroniques. Dans cette vidéo je vais faire l'essai du bloc d'alimentation, en préparation bien sûr à l'essai complet de l'appareil. Mais juste auparavant, je veux vous entretenir de la fameuse bias cell, cette pile de polarisation logée sur un support sous le châssis.

==Zoom bias cell==

Telle quelle après 75 ans, elle fournit toujours une tension de 0,8V, étonnant. Suite à la lecture de forums de restauration de radio antique, j'ai appris que cette pile fournissait à l'origine une tension d'environ 1,3V. J'ai aussi appris qu'il était possible de la réjuvener avec de l'eau distillée. Je l'ai donc exposée pendant 10 minutes à de l'eau distillée. Et bien ça a fonctionné! Elle montre maintenant une tension de plus de 1.3V. Je l'ai donc ré-installer dans le châssis.

OK, pour faire l'essai du bloc d'alimentation, il faut faire l'installation du tube redresseur à double diode. Voilà c'est fait. On passe maintenant aux choses sérieuses.

==BUSTE FINALE==

Et bien j'irai de l'avant mais dans la prochaine vidéo de cette série! Vous voulez un indice?(2 secs. son du hum). Hmmm... Restez donc à l'écoute. À la prochaine!



## #58 Intro Ampli-Op p1

Je vous parle aujourd'hui d'un composant de base en électronique, l'ampli-Op!

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Je reçois beaucoup de demandes de produire des vidéos d'introduction aux composants électroniques de base. Il y a donc beaucoup plus de bidouilleurs débutants qui s'intéressent à mes vidéos que je ne le croyais initialement. Donc j'optempère! Je vais couvrir dans cette première série de vidéos d'introduction aux composants, l'amplificateur opérationnel, communément appelé l'ampli-op. On en voit presque partout où il y a de l'électronique analogique.

OK, comment débiter? En parlant d'histoire. Les amplificateurs opérationnels ont été conçus initialement dans les années 50 pour la résolution analogique de calculs mathématiques complexes comme les équations différentielles et intégrales par exemple. Ils étaient faits initialement de tubes à vide, eh oui! Mais le développement des gros ordinateurs numériques programmables faits de transistors a rendu rapidement inutiles ces gros calculateurs analogiques.

Les amplificateurs opérationnels étaient d'abord réalisés avec des composants discrets, dont des tubes à vide et des transistors. Mais l'électronique intégrée moderne permet aujourd'hui la fabrication d'amplisOp dont les performances sont excellentes, et le coût très modique.

L'ampli opérationnel est demeuré toutes ces années un composant très important de l'électronique analogique, principalement pour sa grande versatilité, et pour la facilité de son utilisation.

Bon, qu'est-ce qu'un ampli opérationnel moderne? Je vais débiter par une série de réponses très simples:

- C'est un composant électronique actif, donc alimenté.
- C'est habituellement monolithique, donc fait d'une seule puce électronique.
- C'est constitué d'un agencement de plusieurs transistors et de résistances.
- C'est contenu dans un boîtier de circuit intégré (minimum de 5 broches).
- C'est à la base un amplificateur différentiel. Ça amplifie donc la différence entre deux signaux.

Quelles sont les fonctions qui peuvent être accomplies par un ampli-op?

- Amplification linéaire,
- Comparaison de tension,
- Décalage en tension,
- Inversion de tension,
- Conversion Courant-Tension
- Fonctions mathématiques: Intégration et Différenciation
- Filtrage (passe-haut, passe-bas, etc)
- Donc peut fonctionner autant avec des signaux en courant alternatif qu'avec des signaux en courant continu.
- ...

Maintenant passons au tableau blanc.

==Écran BLANC==



Schémas électriques: Couramment deux symboles: triangle avec et sans les alimentations. Simple, double ou quadruple amplis-ops dans un seul boîtier. Même désignation. L'ampli-op idéal, c'est comme une petite boîte noire magique. Il possède en fait des caractéristiques parfaite. Retenez bien ces caractéristiques car on les utilise régulièrement lorsqu'on travaille avec des amplis-op.

1-Impédances (résistance) d'entrée infiniment élevée. Courant d'entrée zéro A.

2-Impédance de sortie = zéro Ohms. Courant potentiellement infini.

3-Le gain sans boucle de rétroaction est infini.

4-La différence de potentiel entre entrée + et - tend vers 0 V.

5-La bande passante exprimée en Hz est infinie.

Avec l'ampli-op réel, vous verrez qu'on n'est quand même pas loin de la perfection. Dans la plupart des cas, on pourra appliquer plusieurs de ces caractéristiques parfaites sur nos amplis-op réels. C'est cela qui va nous permettre de comprendre et simplifier le circuit autour de l'ampli op. Mais si vous pouvez ne retenir que 2 de ces caractéristiques, je vous dis de retenir que l'impédance d'entrée est pratiquement infinie, et que la différence de potentiel aux entrées d'un ampli-op en équilibre tend vers 0V, donc que la tension aux 2 entrées + et - est la même.

==BUSTE FINALE==

Bon, on ça suffit pour cette fois-ci. Car il faut digérer toutes ces caractéristiques de l'ampli idéal. Dans la prochaine vidéo, on va commencer à regarder comment on connecte l'ampli opérationnel avec d'autre composants externes en périphérie pour dompter cette petite bête aux caractéristiques extrêmes! C'est donc un rendez-vous. Merci et À la prochaine!



## #59 Restauration R301 P6

C'est le temps d'insérer tous les tubes et de se croiser les doigts! Mise à feu!

==THEME==

Bidouilleurs Salut! Dans la vidéo précédente du processus de restauration d'une radio antique Silvertone R301, j'ai fait l'essai du bloc d'alimentation à haute tension. Le tout semblait en bon état de marche. Donc je peux maintenant procéder à l'insertion de tous les tubes à vide et faire la mise en marche du châssis. Je suis fébrile! Allons y.

==Pan dans le châssis==

Mise en marche

==Buste Finale==

Voilà, je suis TRÈS heureux du dénouement de la mise en marche. Vous avez dû remarquer que j'ai remplacé les trois ampoules du cadran, des ampoules à bayonnette GE #44. Par chance j'en avais en stock. Il reste encore quelques petites choses à régler avant de considérer cette mise à niveau électronique comme complétée. Comme par exemple, il faut éliminer le glissement du bouton de synthonisation. Il y a aussi ce grondement du secteur perceptible sur les stations de la bande MA. Et en plus l'oeil magique qui est faible, je dois investiguer ça. Je devrai aussi nettoyer les contacts du condensateur de synthonisation, car j'ai remarqué qu'il générait un bruit quand je synthonisais rapidement. Enfin, je voudrai faire un alignement complet des circuits de la radio.

Il y aura donc du matériel pour une autre vidéo. D'ici là je vous invite à me faire part de commentaires ou de questions reliées à cette vidéo, ou à l'électronique en général. Merci, et à la prochaine!

Oeil magique:

<http://stackoverflow.com/questions/1201200/fast-algorithm-for-drawing-filled-circles>

[http://www.cs.sfu.ca/CourseCentral/361/inkpen/Notes/361\\_lecture5.pdf](http://www.cs.sfu.ca/CourseCentral/361/inkpen/Notes/361_lecture5.pdf)



## #60 Q&R #2

Une deuxième session de Questions et Réponses. Encore une fois, on touche à tout!  
==THEME==

Bidouilleurs Salut! Un gros merci à ceux qui ont pris le temps d'envoyer des questions! Continuez à m'en faire parvenir. Je vous présente celles que je trouve les plus pertinentes aux bidouilleurs qui me suivent. Plus je recevrai de bonnes questions, plus les sessions seront intéressantes. On y va.

-----

Une question qui fait suite à ma vidéo #18 sur les protections anti-statique.  
Nassim Cortocus.

Q:Pensez vous que les bracelets anti-statique sont vraiment obligatoire à porter lors de réparation électronique? Et quand est-ce qu'il faut les porter exactement? Car moi je le garde tout le temps autour de mon poignet.

R:Je vais reformuler ici en quelques phrases l'information que je fournis dans la vidéo #18 sur les protections antistatiques. Au travail dans les labos, on est tous en permanence en contrôle des décharges statiques. On porte des sangles comme celle-ci sur nos 2 pieds. Le plancher est dissipatif, et nos fauteuils dissipent aussi les charges. On vérifie nos protections à chaque fois qu'on accède au labo. Comprenez que dans ce contexte, il y a des millions de dollars en jeu. C'est aussi une question de fiabilité à long terme.

À la maison, quand on bidouille, on peut relaxer un peu quand même. Lorsque je manipule des appareils complets, des instruments de mesure, que je les inter-connecte, j'ai moins tendance à enfiler le bracelet. Lorsque je touche à des composants réputés sensibles aux Décharges Électro-Statiques, j'enfile mon bracelet. Si j'utilise mon fer à souder, je mets le bracelet. Essentiellement, tous les semiconducteurs faits de technologie MOS, comme les micro-processeurs, la mémoire, les transistors à effet de champ FET, les composants radio-fréquence, tous ces composants sont sensibles au DES. Les transistors bipolaires PNP-NPN et les diodes classiques sont sensibles aux DES, mais dans une moindre mesure. Mais pas zèle avec les composants passifs, résistance, condensateurs, commutateurs, etc. Si vous avez développé le réflexe d'enfiler le bracelet à chaque fois, excellent, continuez!

-----

Une autre question dans la même veine, d'un internaute dont je tairai le nom pour des raisons évidentes.

Q:J'ai un bracelet anti-statique conçu pour être porté sans la pince alligator. Est-ce qu'il est efficace?

R:Il y a beaucoup de gens qui se posent cette question là. Je présume ici que vous faites référence à ces bracelets anti-statique sans cordon, disponible d'Asie, achetés sur eBay, par exemple. Et bien ces bracelets sont une attrape-nigaud tout simplement, c'est dommage à dire. Quel chemin les charges électriques prendront-elles pour se dissiper? Il n'y a rien de magique dans la dissipation de charges électrostatiques. On a besoin d'un conducteur vers le point commun, la masse. Pas de conduction, pas de dissipation. Ouvrez le boîtier de ce bracelet juste pour le plaisir. Vous trouverez sans doute à l'intérieur une résistance de 1meg-ohms reliée à rien, question de mystifier les acheteurs un peu plus....Que bon pour la



poubelle!

-----

Eric Le Roux

Q: Comment est-ce possible dans un pont de diode ayant en entrée une source de tension alternative de 60hz ou 50hz, qui comporte donc une alternance positive suivie d'une alternance négative, de sortir que des alternances positives? comment d'une alternance négative on peut se retrouver avec une alternance positive puisqu'à priori la tension est négative pendant la demi période?

R: Quelle tension est négative? Négative par rapport à quoi? Attention, vous devriez re-visionner ma session de question et réponse #1. Ce n'est pas parce que les polarités sur le secondaire du transformateur sont inversées la moitié du temps qu'il n'y a rien à faire durant ce temps. C'est vrai que ce n'est pas intuitif, à première vue. Mais c'est grâce aux travail des diodes. Elle agissent comme des commutateurs synchronisés au signal CA. On va analyser ça sur le tableau blanc.

-Transformateur Source flottante de courant alternatif au secondaire.

-Pour comprendre le fonctionnement d'un tel circuit, il faut diviser le cycle alternatif en deux et analyser les courant pour les 2 alternances.

-La moitié du temps, le potentiel est plus élevé en haut qu'en bas. Suivons le chemin du courant. Deux diodes conduisent.

-Autre moitié. Les 2 autres diodes conduisent.

-Dans les 2 cas, courant passe dans la charge de haut en bas. Potentiel plus élevé en haut.

-Les 4 diodes travaillent en mode direct ou inversées, 2 par deux.

-----

pascal sapin

Q: Peut-on régler ou déclaler la bande passante d'un microphone électret (capsule) simplement?

R: Les capsules microphone à électret sont comme toutes les cartouches de micro sur le marché, elles ont une courbe de réponse en fréquence qui est fonction de leur construction interne. On ne peut pas changer cela. C'est pour cela qu'il existe une foule de variations dans la construction d'éléments de microphones. Concevoir un micro, c'est un art difficile à maîtriser. On laisse ça aux pros. Maintenant, on peut bien sûr agir en aval, autour, par compensation.

==Tableau Blanc==

On a une capsule à électret, et son courant de polarisation fourni à travers la résistance R. La valeur du condensateur de couplage Cc aura un impact sur les graves, plus sa valeur sera faible, plus les graves seront atténuées. Un condensateur de découplage Cd aura l'effet inverse, soit d'atténuer les aigues. Plus sa valeur est élevée, plus les aigues seront atténuées. On pourrait construire un circuit actif de filtrage plus complexe autour de la capsule, mais ça ne modifiera pas la courbe de réponse caractéristique de la capsule. OK?

-----

Pierre BOULEAU

Q: Il se vend maintenant des Power Banks Lipo (une banque de piles au Lithium-Polymer) de 12 V 16800 mA/heure pouvant fournir 600A en pointe pendant 3 Secondes. Comment trouvent-ils cette capacité de 16800 mAh alors qu'il y a 3 éléments de 5600mAh montés en



série ce qui ne fait que 12V / 5600 mA /h!

R: Pierre, vous avez entièrement raison. C'est de marketing pour ignorant. C'est un type de mensonge provenant souvent des pays d'Asie. Mon conseil, ne croyez pas les spécifications de piles provenant de Chine ou des pays connexes, sauf du Japon bien sûr. Voyez ma vidéo #25 comme exemple. Lorsqu'on place trois piles identiques en série, on obtient la somme des tensions des batteries, mais c'est le même courant (le même débit d'électrons) qui circule d'une batterie à l'autre. c'est donc clair au vu du circuit que ça n'aura donc aucun effet multiplicateur sur la longévité de la banque de batteries. Pour obtenir 12V@16800mAh, il faudrait 9 batteries du même type, pas trois. 3 banques de trois batteries en parallèle, les 3 banques étant connectées en série. C'est incroyable ce qu'ils peuvent dire pour vendre leur camelotte. Quant au 600A pour 3 secondes, si on brasse les chiffres de toutes les façons possible par produit croisé en utilisant les capacités de batterie (16800 or 5600) mais ramenées sur 3 secondes, ça ne fonctionne pas. Ça c'est attendu car une batterie n'a pas un comportement totalement linéaire, et surtout pas à des courants extrêmes. C'est un donc un acte de foi que vous faites. Mais leur faites-vous vraiment confiance? 600A c'est beaucoup de jus! J'aimerais bien voir le calibre des fils utilisés dans la construction de la batterie? D'après moi il y aurait de quoi rigoler.

===== Buste finale=====

Voilà, on s'arrête ici. J'espère que vous avez apprécié cette session. Continuez à me faire parvenir des questions. C'est vous qui, par les questions soumises, influencez en quelque sorte vers quels aspects et avec quel niveau de difficulté technique je construis ces sessions. Merci à l'avance et à la prochaine!



## #61 Restauration R301 P7

On a encore quelques petits problèmes à régler sur notre châssis de radio R301.

==THEME==

Bidouilleurs Salut! On a vu dans la dernière vidéo de restauration d'une radio Silvertone R301, que le châssis rafraîchi de nouvelles résistances et de nouveaux condensateurs fonctionne! Il y a cependant plusieurs petites choses qui doivent être réglées avant de considérer la restauration du châssis comme étant complétée. Grondement sur la bande MA, bouton de synthonisation qui glisse, un peu de rouille sur le châssis, oeil magique faible, et j'en passe. Allons donc y voir, une chose à la fois.

==Narration Peinture==

Je ne vous l'avait pas mentionné mais j'ai appliqué quelques touches de peinture anti-rouille sur le châssis, mais seulement où il y avait des marques de rouille. Vous pouvez voir ces retouches. Notez que j'avais au préalable enlevé la rouille avec un gel dérouillant et une vieille brosse à dent.

==BUSTE FINALE==

Bon, il reste quelques items à discuter, d'abord l'oeil magique. Vous avez sûrement constaté lors de la petite session d'écoute que l'oeil magique, au centre du cadran, le tube à vide 6U5, est plutôt faible d'intensité. Depuis la mise en marche, il semble avoir repris un peu d'intensité. Il n'est donc pas complètement inutilisable, à condition que l'éclairage ambiant ne soit pas trop fort. J'ai fait quelques recherches pour m'en procurer un autre. On parle d'un minimum de 40\$ pour un tube usagé. J'ai aussi appris que la vie de ces tubes était plutôt courte, aussi peu que 1000 heures. Donc dans ce contexte, j'hésite beaucoup à m'en procurer un autre. J'ai en fait quelques idées de remplacement potentiel. Je vous garde cela pour une vidéo future.

Autre chose à mentionner. Le meuble-console lui-même. J'ai à peine débuté le travail de restauration. J'ai tenté de faire disparaître un cerne d'eau sur le dessus, mais il sera impossible de le faire complètement. J'hésite donc entre re-finir tout simplement la console en acceptant ces quelques marques sur la surface supérieure, ou installer un nouveau placage de bois, tâche certainement ardue. J'y réfléchirai. Aussi, je ne pourrai pas procéder au décapage du meuble dès maintenant. Toluène et Acétone pour ne nommer que ceux-là, obligatoirement fait dehors. Et dehors, c'est presque l'hiver, beaucoup trop froid en dehors de ma cabane au Canada! Donc le travail sur le meuble-console devra attendre quelques mois, le temps que le printemps se pointe le nez. Je vous tiendrai au courant. Même si ce n'est pas du bidouillage d'électronique, ça fait quand même partie du projet, n'est-ce pas?

Bon bien sur cela, je vous remercie du support et vous dis À la Prochaine!



## #62 Intro Ampli-Op p2

Regardons cette fois-ci les 3 configurations élémentaires d'amplificateurs opérationnels.

==THEME==

Bidouilleuses, Bidouilleurs, Salut! On a vu dans la 1ère vidéo d'introduction sur les amplificateurs opérationnels, que les amplis-op sont des petites boîtes noires merveilleuses, aux caractéristiques idéales presque magiques. Rappelons-nous ces caractéristiques.

L'ampli-op idéal aura:

- Impédance des entrées + et - infinie.
- Impédance de sortie nulle.
- Gain en boucle ouverte infini.
- Différence de tension entre les entrées + et - de zéro Volts lorsqu'en équilibre.
- Bande passante infiniment grande.

Le Gain infini, bande passante infinie, c'est bien beau en théorie. Mais en pratique cependant, on va habituellement volontairement limiter le gain et la bande passante. On fera cela en utilisant de la contre-réaction négative (en anglais négative feedback). Ça semble un bien gros terme mais ce ne l'est pas vraiment. On va retourner une partie du signal de sortie vers l'entrée moins (ou l'entrée inverseuse, puisque c'est la vraie appellation). C'est ici qu'on parlera d'un ampli-op en équilibre (ou si vous préférez en mode linéaire). Allons voir cela sur le tableau blanc. On va voir les trois configurations considérées comme élémentaires,

- D'abord la configuration la plus simple: Étage tampon.
- Rappel: l'ampli op en équilibre tentera toujours d'amener la différence de potentiel entre les deux entrées à zéro Volts.
- Sachant cela, l'ampli ajustera la sortie pour suivre l'entrée car la tension entre les deux entrées doit être de zéro volts.
- Étage tampon:
  - impédance très élevée en entrée, donc dérange peu l'étage précédent, en amont.
  - impédance très faible en sortie, donc capacité de pousser un bon courant dans l'étage en aval.
  - gain unitaire.
  - Fonctionne en CC et en CA, dans la limite de la bande passante spécifiée dans le feuillet descriptif de l'ampli-op.
  - Ampli non-inverseur
  - Signal d'entrée sur l'entrée non-inverseuse
  - Une partie du signal de sortie est utilisée en contre-réaction sur l'entrée inverseuse pour contrôler le gain.
  - Meilleure façon de comprendre le comportement de cet ampli est de regarder un exemple.  
 $R1, R2 = 1K \text{ Ohms}$ .  $V_{in+} = +1V \text{ CC}$
  - impédance très élevée en entrée, on peut masquer l'ampli, obtient diviseur résistif de tension.  $V_{in+} = V_{in-}$ , Sortie 2V.
  - Gain de 2.  $\text{Gain} = 1 + R2/R1$ . Gain positif. Signal de sortie sera toujours de la même polarité que le signal d'entrée, et de plus grande amplitude que le signal d'entrée
  - Avec cette configuration, le gain ne sera jamais plus faible que 1. À preuve, mettez  $R2 = 0$



ohms, et vous obtenez un ampli tampon.

-impédance d'entrée très grande, pour ne pas dire infinie. Pour diminuer l'impédance, on pourrait ajouter une résistance à la masse, tout simplement.

-Ampli Inverseur

-Je déplace maintenant mon point de référence, ici la masse sur l'entrée non-inverseuse, mais remarquez que ça pourrait être à une autre tension.

-Maintenant le signal d'entrée est appliqué sur entrée inverseuse, à travers une résistance R1. R2 transporte toujours la contre-réaction entre la sortie et l'entrée.

-Courant sur entrée inverseuse = zéro. C'est une des quasi-certitudes de l'Ampli-op.

-Tension sur entrée inverseuse = zéro volts car, encore une fois, l'ampli-op travaille toujours avec sa boucle de contre réaction négative pour que la différence de tension entre les 2 entrées tende vers 0 Volts.

-Un exemple: R2 = 1 Kilo-Ohms, R1 = 1 Kilo-Ohms et appliquons une tension de +1V CC à l'entrée du circuit.

-Pour maintenir l'entrée inverseuse à 0V, l'ampli-op ajustera sa sortie à -1V. C'est un simple diviseur de tension. +1V en entrée, -1V en sortie, on voit donc l'effet d'inversion.

- Gain de l'ampli inverseur est de  $-R2/R1$ . Mettez R2 = 2K Ohms et vous aurez un gain de -2.

-Le gain peut être plus grand que -1, donc -0,5 par exemple. On a alors un atténuateur.

-Impédance d'entrée du circuit entier est équivalent à R1. La masse virtuelle placée sur l'entrée inverseuse créera un courant à la masse. +1V ici, 0V ici, il y aura donc un courant. Ici, donc le circuit n'offre pas une impédance d'entrée quasi-infinie. Mais pour augmenter l'impédance d'entrée, on pourrait augmenter les 2 résistances à disons 10K-Ohms, et on aurait le même gain.

==Buste Finale==

Bon, on va s'arrêter ici car il y a beaucoup d'info à digérer. Mais vous avez vu les trois configurations classiques les plus utilisées en mode linéaire. Je suggère au débutants de regarder à nouveau cette vidéo pour mieux assimiler l'info. Dans la prochaine vidéo de cette série, je vais vous parler de l'alimentation électrique des amplis-op. On verra que les alimentations vont créer des limites sur le signal de sortie, vous vous en doutez bien. On va aussi regarder d'autres configurations de circuits d'amplis-op. C'est un rendez-vous! Merci bien et À la prochaine!



## #65 Oeil Magique LCD p1

- Courte vidéo pour montrer sur quoi je travaille.
- Mentionné Restoration R301, Oeil Magique faible
- (Montrer tube 6U5)
- Pas surprenant car 1000 Heures
- Entrepris recherches acheter un.
- De plus en plus rares
- 40\$
- Autre solutions?
- Je ne veux pas modifier le châssis, question de respecter la radio d'origine.
- Autre bidouilleur canadien, Remplacement avec circuit à LED contrôlé par PIC.
- Bon départ, mais peut faire mieux?
- Affichage à Crystal Liquide.
- eBay Remplacement Nokia 5110. Quelques dollars, procuré un.
- D'abord testé en Python sur le raspberry Pi
- Ensuite transféré sur un PIC12F683.
- Vitesse maximale montrée.
- Vert comme le tube 6U5 d'origine.
- Barre verticale facile à créer. Partie de disque beaucoup plus difficile.
- 50% espace code utilisé. Pouvoir faire mieux?
- Donc je continue mon travail. Je produirai une vidéo de la solution finale, avec tous les détails nécessaires. À la prochaine.



## #66 Intro Ampli-Op p3

Aujourd'hui, on regarde les besoins en alimentation des amplis-ops.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Dans la deuxième vidéo d'introduction aux amplificateurs opérationnels, On a vu les 3 configurations les plus utilisées des amplis-op, soit l'étage tampon, l'Ampli inverseur et l'ampli non-inverseur. Aujourd'hui on laisse les différentes configurations de côté; on y reviendra dans la prochaine vidéo. J'aimerais plutôt vous entretenir des alimentations sur l' ampli-op. Je n'en ai pas vraiment parlé jusqu'à maintenant, mais là je ne peux pas remettre ça; c'est trop fondamental dans le fonctionnement des amplis opérationnel.

Alors, Les broches d'alimentation de l'ampli -op, qu'est-ce qu'on en fait?

Les alimentations déterminent la tension minimale et maximale de la sortie de l'ampli-Op.

Tournez ça de n'importe quelle façon que ce soit, la sortie n'ira jamais plus haut que l'alimentation V+, ou plus bas que l'alimentation V-. En réalité, la plage d'opération de la tension de sortie sera un peu moins que les limites des alimentations. Combien de moins, bien ça dépend de l'ampli-op utilisé, de la configuration de ses transistors de sortie, donc de sa construction interne.

==Tableau blanc gamme de sortie==

Les amplis-op de vieille génération, du genre 741, ont des zones mortes près des alimentations (montrées en rouge sur le dessin) allant jusqu'à 2 volts. Si vous travaillez avec des alimentations de +15V et -15V, c'est pas si mal, mais imaginez si vos alimentations étaient +5V et la masse. Il ne resterait qu'une zone verte de 1V de large pour opérer. Pas très bon. Heureusement, il n'est pas difficile de nos jours de trouver des amplis-op ayant des zones mortes de 0.1V ou mieux entre la sortie maximale ou minimale et les alimentations. Notez cependant que plus le courant de sortie exigé de l'ampli-op est élevé plus cette différence augmente. C'est dû à la construction interne de l'étage de sortie, et donc si vous voulez, à l' impédance de sortie de l'ampli-op, qui n'est évidemment pas pas zéro Ohm. il y a donc chute de tension à travers cette impédance de sortie, vue comme une résistance en série avec la sortie.

Au niveau des entrées Vin+ et Vin-, il y a là aussi une zone rouge sur l'ampli-op typique. Cette zone interdite tend à diminuer au fur et à mesure que de nouvelles générations d'amplis-op deviennent disponibles. On pourra parfois aller légèrement au dessus de l'alimentation V+, ou légèrement en dessous de l'alimentation V-. Oui, oui, pas de zone morte. Mais tout cela dépend du modèle d'ampli-op utilisé.

Lisez bien les fiches techniques pour savoir si un ampli-op en particulier peut supporter de tels extrêmes au niveau de ses entrées. Pour un ampli ayant ses entrées se rapprochant très près ou légèrement au delà des alimentations, on parlera en anglais d'ampli-op Rail-to-Rail (donc d'une alimentation à l'autre) sur les entrées. Même chose sur la sortie, lorsque la sortie d'un ampli-o p peut se rapprocher très près des alimentations, on parlera d'un ampli-op Rail-to-Rail en sortie.

Dans une vidéo ultérieure on décortiquera un feuillet de spécification d'ampli-op typique. On verra alors ces critères pour le choix de l'ampli.

Autre chose concernant les alimentations. On voit des circuits avec des alimentations tantôt



bi-polaires (par exemple ici de +10 et -10V), tantôt unipolaires (comme ici +10V et masse). Mais Pourquoi? Bien d'abord sachez que l'ampli-op se fout que ce soit l'une ou l'autres des approches d'alimentation. En autant que les signaux à ses broches d'entrées rencontrent les spécifications en regard aux deux alimentations, il fonctionnera correctement. De façon générale, lorsqu'on traite des signaux CA, comme l'audio par exemple, et qu'il y a plusieurs étages successifs, on préférera des alimentations bipolaires, comme ici, avec les deux amplis-op étant alimentés à +10 et -10V CC. On injectera le signal d'entrée à travers un condensateur. La composante CC est ici de 0V, et elle le restera dans les étages successifs. Nul besoin donc de coupler les étages successifs avec des condensateurs. En passant, les deux alimentations n'ont pas besoin d'être symétrique, du genre +10 -10. On pourrait avoir +10 et -5. En autant que les alimentations satisfont à la gamme d'opération de la sortie et des entrées, tout est correct.

L'alimentation unipolaire maintenant. Plus simple à construire puisqu'on n'a besoin que d'une seule alimentation. Elle sera utilisée lorsque les signaux sur les broches d'entrée et de sortie ont tous la même polarité. En exemple, un signal d'entrée variant de 0 à +1V CC, amplifié pour devenir de 0 à +4V, sur un ampli-op de type rail-to-rail alimenté à 0 et +5V. Comme les signaux sur les broches d'entrée et de sortie demeurent positifs ou à 0, nul besoin de fournir à l'ampli-op une alimentation négative.

Maintenant avec un signal en CA, il faudra décaler en tension l'entrée de tous les amplis-ops pour toujours garder le signal audio à mi-chemin entre la masse et l'alimentation V+. On fait cela ici à l'aide d'un diviseur résistif qui appliquera +5V à l'entrée non-inverseuse. N'oubliez pas que la tension CC se fait aussi amplifier, on ne peut donc pas permettre que des tensions CC se transfèrent d'un étage à l'autre. Il faut alors coupler tous les étages entre eux avec des condensateurs pour bloquer le passage du CC. Je viens de vous dire que les tensions d'entrée devaient se situer entre les 2 alimentations. Je dis bien les tensions aux broches d'entrée, pas à l'entrée du circuit. Vous vous rappelez de cet exemple d'ampli inverseur? Assumons une alimentation de +5V et la masse. L'ampli travaillera pour maintenir l'entrée inverseuse à 0V. Si on applique -1V en entrée du circuit, on aura +1V en sortie. On a un simple diviseur de tension dans les résistances +1V, -1V, donc 0V sur l'entrée inverseuse. Et bien 0V sur l'entrée inverseuse nécessitera l'emploi d'un ampli-op rail-to-rail sur les entrées et sur les sorties car la tension en mode commun est accotée sur l'alimentation négative, soit la masse ou 0V.

Au niveau du filtrage des alimentations, la bonne pratique nous incitera à placer un condensateur de découplage pour filtrer chacune des deux entrées d'alimentation. Une valeur de 10 à 100nF est typique, et permet d'augmenter l'immunité au bruit venant de l'extérieur, et aussi de diminuer le bruit interne. Je ne les avait pas montré sur les circuits jusqu'à maintenant pour fins de simplification, mais mettez-en toujours, OK?

Tout ceci n'est qu'un survol au sujet des alimentations, mais c'est suffisant pour que vous puissiez bidouiller des trucs avec des amplis-ops. Petit conseil en terminant: N'oubliez pas que vous pouvez toujours simuler des circuits électroniques avec un simulateur Spice gratuit, LTSpice étant celui que je vous recommande. Vous pourrez ainsi mieux comprendre le fonctionnement des amplificateurs opérationnels.

Dans la prochaine vidéo de cette série, on va regarder quelques autres configurations d'amplis-op, comme filtre passe-haut, passe-bas, sommateur, etc. Je vous donne donc un

**Électro-Bidouilleur** (YouTube)  
<http://bidouilleur.ca>



**Textes de Vidéos**

Tous Droits Réservés

rendez-vous. Merci de votre fidélité, et à la prochaine!



## #67 Oeil Magique LCD p2

On poursuit l'exploration et le développement d'un oeil magique à LCD.

==THEME==

Bidouilleurs Salut! J'ai poursuivi mes essais avec l'affichage LCD couleur de 128 par 128 pixels. Le but ultime est de remplacer un tube appelé oeil magique de type 6U5 utilisé sur la console radio Silvertone R301 présentement en restauration. Pour plus de détails sur la radio R301, consultez la playlist dont le lien est fourni dans la description. Alors, mes essais se sont poursuivis sur le traçage d'un beigne vert, dont la partie inférieure se déploierait en fonction du signal reçu, copiant essentiellement l'apparence du tube à vide 6U5. Comme précédemment expliqué dans ma vidéo d'introduction, il est beaucoup plus complexe et plus long de tracer un cercle qu'une forme parallélogramme à angles droit, comme une barre verticale par exemple. La difficulté additionnelle réside dans le repositionnement constant de la zone graphique à mettre à jour pour l'affichage de segments de droite constituant le beigne. Dit autrement, il est beaucoup plus facile de tracer des lignes verticales ou horizontales, que de tracer des lignes obliques. J'ai travaillé beaucoup sur l'optimisation des routines pour que l'affichage se fasse avec le moins d'instructions possibles, et aussi avec le moins de bits transférés à l'affichage. L'autre difficulté rencontrée est qu'il n'y a pas suffisamment de mémoire RAM de disponible dans le PIC pour pouvoir peindre une représentation complète de l'affichage dans sa mémoire vive, et ainsi tenter d'accélérer la mise à jour de l'affichage par transfert en bloc. En fait, il n'y en a même pas suffisamment pour peindre le dixième des pixels de l'affichage. Il faut donc modifier que les pixels affectés, sans changer ceux en périphérie, et ça, ça nécessite l'envoi de beaucoup de coordonnées X-Y, en fait pour chaque pixel. Une autre limitation réside dans le fait que l'interface PIC-LCD est une interface série, donc le transfert se fait un bit à la fois.

Voici donc quelques essais que j'ai fait. D'abord le traçage simple d'un beigne. Un grand cercle vert suivi d'un petit cercle noir. Ensuite une tentative de créer l'apparence de départ du tube 6U5 par le traçage de lignes noires en éventail. Ceci est fait avec le PIC12F683, à 8 broches, et roulant avec son horloge interne de 8MHz. Notez comment lentement la création de la traçage se produit. Bien insuffisant pour montrer la force d'un signal radio qui varie dans le temps.

Ensuite, le même exercice, mais en faisant de la pixelisation grossière sur le croissant. Suffisant pour afficher un signla variable? Même pas. Donc solution rejetée. En plus, c'est trop pixelisé.

Ensuite, si je rapetisse le beigne pour avoir moins de pixels à changer. C'est toujours trop lent, et en plus on s'éloigne des dimensions et proportions originales du tube 6U5. Rejeté. Tous les essais précédents ont été accomplis avec le PIC12F683. 8MHz est la vitesse d'horloge maximale produite à l'interne . Pour pouvoir utiliser une horloge externe plus rapide, je dois migrer à un PIC ayant plus que 8 broches. Je passe donc au PIC18F1220, de 18 broches. Et je lui adjoint une oscillateur externe de 50MHz, ça mes amis c'est overclocké de 10MHz, donc 10MHz plus vite que la vitesse maximale garantie par le fabricant. Là on a une vitesse de rafraîchissement peut-être acceptable, mais on a toujours un beigne plus petit que le 6U5. Et on est coincé avec un PIC de 18 broches et un oscillateur externe, qui devront



loger sur la petite plaquette. Pas l'idéal.

Bon bien j'ai fait mon choix, Si je ne suis pas capable de faire une réplique presque exacte du tube 6U5 de façon simple, aussi bien y aller de ma solution originelle, soit une barre verticale de hauteur variable, produite par le petit PIC à 8 broches. Je fais ce choix, et je vivrai avec ce choix.

Il y a une autre considération est c'est le risque que représente l'opération d'un micro-processeur tout près d'un récepteur radio. Un micro-contrôleur produit une quantité impressionnante de fréquences radiées, soit des multiples de 8MHz, soit des diviseurs de 8MHz. Tout est fonction de l'horloge interne du micro. On va mettre les précautions habituelles, soit du découplage sur les circuits. S'il y a problème, c'est à dire l'audition de bruit suspect lors de l'écoute radio, on travaillera de façon additionnelle à diminuer les interférences électro-magnétiques venant de notre oeil magique.

Maintenant regardons l'aspect de construction mécanique, plaquette, connecteur, etc.

==Vidéo Mécanique==

==VIDEO 6U5 Intérieur==

==BUSTE FINALE==

Bon alors, il est temps de pondre le circuit électrique. Je vais m'inspirer du circuit de ce bidouilleur canadien dont je vous ai montré le site dans ma première vidéo. Je vais aussi faire une simulation du JFET et des essais pour m'assurer que la gamme dynamique du récepteur est affichée dans son entièreté. Dans la prochaine vidéo, je vous présenterai la solution finale, schéma électrique, essais et démonstration finale. Soyez y! Merci de me suivre et à la prochaine!



## #69 Q&R #3

Prêts pour une autre petite session de questions-Réponses?

==Theme==

Bidouilleurs, salut! Aujourd'hui, je vous présente la 3ème vidéo de questions-Réponses. J'ai sélectionné les questions d'aujourd'hui parmi celles soumises à moi par courriel à [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca), ou tirées des commentaires sur Youtube. Notez que j'édite les questions pour ne garder que le texte pertinent. J'enlève, entre autres, les remerciements et les bons commentaires. Mais sachez que je suis très reconnaissant des mots d'encouragements. Bon, vous avez sans doute remarqué l'épinglette que je porte (le pin comme dit en France). C'est un bidouilleur radioamateur Français, Jean-Charles, qui me l'a faite parvenir. C'est une épinglette de vendeur Tandy. C'est bien sûr en relation à ma vidéo #42 sur la faillite de Tandy/Radio-Shack. Je la trouve très cool. Merci Jean-Charles. Bon je vais la retirer pour ne pas trop vous distraire du sujet de cette vidéo, les questions-réponses. Sans plus tarder, voici la première question.

#1 De carduste

Q: Bonjour...Pourquoi autrefois il y avait autant de transformateurs ou d'inductances, et que maintenant aujourd'hui il n'y en a plus une seule?

R: D'abord, il y a encore des inductances aujourd'hui, mais il y en a moins, et elles sont plus petites parce que mieux construites, et donc moins visibles. Mais, pourquoi y en a t'il moins? Avant tout parce que beaucoup des circuits résonnants LC sont aujourd'hui remplacés dans les oscillateurs et les filtres par un ou des cristaux de quartz. Plus performants, beaucoup plus stables, ils nécessitent peu ou pas de ré-ajustements. Vous pouvez visionner ma vidéo #44 d'introduction au quartz pour plus de détails. Une autre raison est l'avènement plus récent des SDR (Software Defined Radio), ou en français je dirais Radio Constituée de Logiciel. Dans ce type de radio, l'étage d'amplification RF existe toujours, mais tous les circuits de FI, de modulation et d'oscillateur local sont éliminés au profit de traitement numérique informatique. Il y a donc beaucoup moins d'inductances requises. Au sujet des transformateurs maintenant. Les transformateurs de puissance sont monstrueux en grosseur et pas très efficaces au niveau des pertes en chaleur. On en voit donc de moins en moins. On voit aujourd'hui beaucoup plus d'alimentations par découpage, mais ce genre d'alimentation nécessite quand même une bobine de puissance, habituellement montée sur un noyau de ferrite. Ce genre d'alimentation aura aussi un transformateur pour fin d'isolation entre le primaire et le secondaire, mais il sera beaucoup plus petit car il opère à de plus hautes fréquences. Donc en résumé, ne croyez pas que vous ne verrez plus de bobines dans le futur. Mais leur usage est en effet gardé au minimum nécessaire, car elles sont en général considérées comme grosses, donc ennemi de la miniaturisation.

#2 de franck von hatten

Q: Bonjour...j'ai le projet de faire un régulateur de charge solaire. Quel PIC me conseillerez-vous?

R: C'est difficile pour moi de répondre à votre question. Pourquoi? Parce que je n'ai aucune idée des caractéristiques et des besoins de votre projet. De toute façon, la meilleure façon d'apprendre est de faire l'exercice soi-même, pas de se fier aveuglément à l'opinion de



quelqu'un d'autre. Pour vous aider à faire le bon choix, définissez votre projet clairement, comme le nombre d'entrées analogiques et numériques requises. Avez-vous besoin de sortie analogique (PWM)?, d'une interface série UART?, avez-vous des besoins particuliers en minuteries, etc. Ensuite, faites vous-même les recherches sur le site de Microchip. Vous pouvez faire une recherche paramétrique, ce qui vous aidera à éliminer les PICs qui ne répondent pas à vos besoins. Lisez la fiche technique d'un modèle de PIC qui vous intéresse. C'est en faisant l'exercice que vous allez apprendre. Ensuite mouillez-vous! Achetez-en quelques uns de modèles variés. On parle de quelques euros/dollars chacun. Donc trompez-vous et recommencez! C'est ça le bidouillage. Bon, je vais tout de même vous donner un petit conseil, si vous recherchez un micro de 8 bits, regardez la famille PIC18 plutôt que la famille PIC16. Le PIC16 est une famille âgée, en décroissance. La famille PIC18 est plus complète, et mieux optimisée pour le langage C.

#3 de Alexander Hartdegenil

Q: Salut le bidouilleur, vu que tu as l'air de t'y connaître un peu en appareil d'époques, qu'est ce qui permet de conserver des appareils dans le meilleur état, des appareils dont on se sert qu'occasionnellement par exemple, même sans parler d'appareil de plus de 40 ans?

R: Bon d'abord, je ne m'y connais pas particulièrement sur les radios antiques. Je suis un néophyte. Mais je fouille sur la toile pour en apprendre d'avantage. OK, la conservation des appareils. D'abord l'évidence, l'environnement: oubliez les granges, les garages, les sous-sols humides et les greniers abandonnés. Gardez vos appareils dans un endroit sec et tempéré. Évitez aussi les rayons du soleil, donc les fenêtres à proximité. Néfaste pour la couleur des plastiques. Évitez l'ozone généré par certains purificateurs d'air. Très mauvais pour les plastique et le caoutchouc. Du point de vue électrique maintenant. Évitez aussi l'exposition à la fumée de cigarette. Ça encrasse les contacts électriques, et c'est tout un travail de nettoyage. Du point de vue alimentation, je recommande de faire fonctionner les appareils régulièrement, quelques heures aux 6 mois. Il y a les fameux condensateurs électrolytiques qu'il faut faire travailler. Il y a aussi les piles rechargeables de rétention de mémoire dans plusieurs appareils de mesure entre autres. Inspectez-les régulièrement car elle peuvent couler, et faire des dommages aux circuits. Parlant de piles, si votre appareil fonctionne à pile, retirez-les entre les utilisations! À moins que ça vous amuse de nettoyer les fuites blanches dans le compartiment de piles...

#4 de lynx77

Q: Comment gerez-vous la calibration (l'étalonnage) de tous vos appareils? Cela reste un point essentiel de faire confiance à ses mesures et donc ses appareils. Aussi il ne m'est pas possible de soustraire ces opérations, vu le coût. Quels sont vos solutions?

R: En effet, ce n'est pas évident d'avoir la certitude que nos instruments de mesure sont dans le mille. Sachez qu'il y en aurait pour une vidéo complète juste sur l'étalonnage à la façon du bidouilleur. L'étalonnage est une question de confiance, confiance du point de vue des statistiques. La première approche de vérification est la comparaison. Si vous avez, par exemple, 3 multimètres et que les 3 indiquent des valeurs très proches l'une de l'autre, vous développerez une certaine confiance en vos lectures. Si 1 des 3 multimètres indique à côté des 2 autres, vous pouvez suspecter que ce multimètre a glissé. Je dis bien suspecter, car vous n'en avez pas la certitude. Ce pourrait être les 2 autres qui ont glissé! Mais disons que les probabilités sont que c'est le troisième qui est en dehors de sa fenêtre d'étalonnage.



L'autre façon de faire un étalonnage maison est de se procurer des composants de très basse tolérance. Par exemple, des résistances de précision. Il n'est pas difficile de vous procurer des résistances de 0,1% ou mieux de tolérance pour moins de 1\$ pièce chez des grands distributeurs de pièces. Un autre exemple, une référence de tension CC à 0,02% de précision à moins de 10\$ chez ces mêmes distributeurs de pièces. J'ai justement l'intention de construire une petite référence de tension et courant continu. J'en ferai sûrement des vidéos. A suivre donc. Au niveau des tensions CA, là c'est plus compliqué, je vous le concède. Il y a du travail exploratoire à faire. Il faudrait probablement passer par des techniques indirectes de conversion fréquence à tension, ou quelque chose du genre. À suivre. Au niveau de l'étalonnage en fréquence, c'est le phénomène physique dont la haute précision est la plus facile à atteindre. Si vous êtes un bidouilleur débrouillard, vous pouvez vous construire, comme je l'ai fait, une référence 10MHz pilotée par GPS pour moins de 100\$. Vous obtiendrez ainsi une précision meilleure que  $1 \times 10^{-9}$ , soit 1ns pour une seconde. Vous pouvez aussi vous procurer une référence atomique au rubidium pour entre 100 et 200 dollars, mais là vous êtes totalement autonome, sans possibilité de vous comparer pour vérifier la précision. Bon, assez sur l'étalonnage. Faudra y revenir dans une vidéo ultérieure.

#5 de Okto Putschil

Q...est-ce que l'eau du robinet ne serait pas un peu trop minérale pour imbiber l'éponge de nettoyage de panne de fer à souder..., accélérant par là son oxydation? Serait-il plus judicieux d'utiliser de l'eau déminéralisée? Je me pose la question car j'ai pu observer plusieurs pannes se détériorer rapidement autrefois...Et que dire de ces éponges sèches en métal, appelées racleurs ? Apportent-elles un plus avant d'utiliser l'éponge humide? Auraient-elles un effet sur les réactions d'oxydation? J'imagine qu'il se passe plein de choses à ces hautes températures...

R: Je crois que, de toutes mes vidéos, c'est la vidéo #3 sur le fer à souder qui génère le plus de commentaires. On se rend compte à la lecture des commentaires qu'il n'y a pas une seule façon de faire le nettoyage les pannes de fer à souder. D'abord sur l'eau utilisée. Moi j'utilise l'eau du robinet. J'habite la ville et l'eau n'est pas dure ici. Si vous êtes nerveux à ce sujet, procurez-vous de l'eau déminéralisée ou distillée, très peu chère, à l'épicerie ou à la pharmacie. Concernant les techniques de nettoyage. Certains ne jurent que par la boule de paille métallique, d'autre préfèrent l'éponge imbibée. Il y a toutes sortes d'arguments pour et contre. Je n'entends pas argumenter longtemps là-dessus. Moi je préfère l'éponge imbibée. Avec de la soudure au plomb, la panne est toujours brillante et adhérente. En 35 ans de bidouillage, je me rappelle avoir changé la panne de mon fer qu'une seule fois. Et c'était une panne en cuivre sur une fer de piètre qualité. Les fers modernes de bonne qualité ont des pannes qui s'usent beaucoup moins. Est-ce que la boule métallique fonctionne mieux avec de la soudure sans plomb? Pas convaincu. J'utilise l'éponge imbibée. Ceci dit, je respecte les préférences de tous et chacun. L'important c'est d'être satisfait de la qualité et de la facilité du soudage. Bon, on s'arrête ici. Bien sûr, il y aura d'autres vidéos de questions-réponses. Mais faites moi parvenir vos questions, et il y aura des sujets qui vous intéressent pour meubler les vidéos! Merci de votre attention et À la prochaine!



## #70 Oeil Magique LCD p3

Je termine la conception de l'oeil magique LCD et je vous présente la solution finale.

==THEME==

Bidouilleurs, salut! Je suis en train de faire la conception d'un circuit pour remplacer un tube à vide 6U5 appelé "oeil magique" par une solution plus moderne. Ce tube est utilisé sur ma console radio Silvertone R301, et il a perdu beaucoup de son intensité d'origine. La solution de remplacement sera équipée d'un affichage à crystal liquide couleur de 128x128 pixels. On s'est laissé la dernière fois sur l'implémentation mécanique de la solution. Maintenant, on passe à la portion électrique. Je vous présente tout de suite le schéma électrique.

Schéma:

- Pourquoi Alimentation négative ?
- Pourquoi un FET: 1- Loading, 2- garantie d'avoir un max de 3.2V sur l'ADC.
- Configuration Drain commun: Même pente de sortie vs. entrée. Étage tampon.
- Configuration du transistor JFET simulée sur SwitcherCad LTSpice4.
- VDD de PIC et VCC de LCD sont la masse.

Ce schéma électrique est disponible au lien fourni dans la description de cette vidéo. Allons maintenant

vérifier le fonctionnement de notre circuit sur plaquette prototype avant de faire l'assemblage final.

==Vidéo Essai breadboard==

Une fois le fonctionnement sommaire vérifié, je pouvais entreprendre l'assemblage avec assurance. Je vous sauve de cette étape. Maintenant je vous montre l'assemblage final, résultat de quelques heures de travail.

==Vidéo Essai Officiel==

==Vidéo Close-up==

==Vidéo arrière de l'appareil==

Pour les curieux de logiciel. Le tout a été créé dans MPLabX avec le compilateur XC8, donc c'est du langage C classique. Le code est assez linéaire. Initialisation du PIC, Initialisation de l'affichage LCD, et boucle de mise à jour de la barre verticale, une ligne à la fois. En fonction du signal reçu. Le code source C est disponible au lien fourni en description de cette vidéo.

==Finale==

Et bien voilà, ceci met fin à cette courte série de 3 vidéos. J'espère qu'elle vous a plu. Je ne m'attends bien sûr pas à ce que beaucoup d'entre vous aient besoin de moderniser un tube à vide 6U5. Mais peut-être trouverez-vous une application plus contemporaine pour l'affichage LCD couleur! Sur ce, merci et à la prochaine!



## #71 Intro Ampli-Op p4

Aujourd'hui, on continue à faire le survol des configurations les plus communes des amplis opérationnels.

==THEME==

Bidouilleurs, salut! Dans les vidéos précédentes, on a fait le parcours des trois configurations élémentaires d'ampli-op, soit l'étage tempon, l'ampli inverseur et l'ampli non-inverseur. On a ensuite regardé de plus près les alimentations des amplis-op, ainsi que les limites imposées par celles-ci. Maintenant, on va regarder quelques autres configurations communes d'ampli-op. Débutons par l'ampli sommateur.

==WHITEBOARD==

Avec l'ampli sommateur, nous avons une configuration inverseuse, mais avec plusieurs entrées Vin1, Vin2, etc. Comment se peut-il qu'une sommation soit faite? Et bien rappelez-vous que l'entrée inverseuse est ici maintenue à la masse virtuelle, car l'entrée non-inverseuse est mise à la masse, et que l'ampli-op fera le nécessaire sur sa sortie pour maintenir la différence de tension entre les 2 entrées à 0 volts. Par superposition, on peut démontrer que la fonction de transfert, ou le gain est calculé par  $V_{out} = -(R_f/R_1 * V_{in1} + R_f/R_2 * V_{in2} + \dots)$ . Donc, chaque entrée aura son influence sur la sortie, en proportion de la valeur de R1, R2, etc. Notez qu'en raison du maintien de cette masse virtuelle, il n'y aura aucune influence d'une entrée sur une autre, donc isolation des entrées entre elles.

L'ampli différentiel maintenant. L'ampli différentiel amplifie la différence entre les signaux appliqués à ses entrées. Cette configuration est comme une combinaison d'ampli inverseur et non inverseur. Je saute donc l'explication, qui est en fait une superposition des deux configurations. Si  $R_1 = R_2$  et  $R_f = R_4$ , la fonction de transfert de l'ampli différentiel sera  $R_f/R_1(V_{in2} - V_{in1})$ . Notez que cet ampli différentiel amplifie la différence entre les deux entrées. Donc toute tension se présentant également sur les 2 entrées sera rejetée à la sortie. On parle alors de la tension en mode commun.

==BUSTE== Jusqu'à maintenant dans cette série de vidéos, on a fait abstraction des variations de comportement des amplis-ops en fonction de la fréquence. On va maintenant introduire des éléments capacitifs autour de nos ampli-ops. Il sera alors possible de générer des variations de gain en fonction de la fréquence. En autres mots, on créera des filtres en CA. Je ne pourrai pas faire un exposé complet sur les filtres ici; il y en aurait en fait suffisamment pour une série complète de vidéos, et ça dépasse même le cadre des amplis op. Mais voyons quand même les configurations de filtres de base, en commençant par le filtre passe-bas.

==Tableau blanc== Le graphique suivant est tracé avec une échelle semi-logarithmique, et exprime le gain en amplitude en décibels en fonction de la fréquence. Comme son nom le dit, le filtre passe-bas laisse passer les fréquence plus basse (amplitude de 0dB) et atténue les plus hautes fréquences. On définit la fréquence de coupure du filtre comme la fréquence à laquelle l'amplitude de sortie est atténuée de 3 decibels par rapport au signal d'entrée. Çe 3dB correspond aussi à la moitié de la puissance de sortie par rapport à l'entrée. La pente d'atténuation ici est fonction du nombre d'éléments résistifs-capacitifs RC présents dans le circuit.



==Plot Atténuation-Ordres) Lorsque le circuit ne comprend qu'un seul circuit RC, on parlera d'un filtre de premier ordre, donc  $n=1$ , et on verra une pente de 20dB par décade, une décade étant une multiplication par 10 de la fréquence. Cette pente correspond aussi à 6dB par octave, un octave étant le double de la fréquence. Avec deux circuits RC, un filtre de second ordre,  $n=2$ , ce sera 40dB par décade, avec 3 circuits RC, 60dB, et ainsi de suite.

==SCHEMA PASSE BAS== Voici le schéma d'une configuration de filtre passe-bas de premier ordre typique. On reconnaît l'amplificateur inverseur, auquel on a greffé un condensateur en parallèle avec la résistance de contre-réaction  $R_2$ . Rappelez vous de la formule du gain d'un ampli inverseur.  $-R_2/R_1$ . Il est intuitif de comprendre que le condensateur vient en somme court-circuiter  $R_2$  de plus en plus, à mesure que la fréquence augmente. C'est la propriété d'un condensateur, son impédance diminue en fonction de l'augmentation de fréquence. Donc ce condensateur, à cheval sur la résistance  $R_2$ , diminuera le gain de l'ampli, ou si vous voulez, atténuera les plus hautes fréquences. Alors, quelle est la fréquence de coupure d'un tel filtre? La formule de calcul de  $F_c = 1 / 2\pi R_2 C_1$ .  $R_2$  est en Ohms et  $C_1$  est en Farads. C'est en fait exactement la même formule qu'un simple circuit RC, sans ampli-op. Prenez cet exemple, que je simule, soit  $R_1 = 1000$  ohms,  $R_2 = 10000$  ohms. et  $C_1 = 100$ nF. Si vous calculez la fréquence de coupure, vous arriverez à 159 Hz. Je fais une simulation dans PSpice pour vous en convaincre. Au niveau de la pente d'atténuation, si on regarde de 1KHz à 10KHz, donc sur une décade, c'est bien 20dB. Aussi, au niveau de la fréquence de coupure 3dB on lit bien 159Hz à 3dB d'atténuation.

==BUSTE==

Ça c'est un filtre passe-bas simple de premier ordre. Mais notez qu'il est possible de concevoir des filtres classiques à ordre élevé, du type Chebyshev, Bessel, Butterworth et autres, à l'aide d'amplis-ops. Jusqu'à maintenant, je vous ai parlé de la réponse en amplitude d'un filtre, mais qu'en est-il de la phase du signal en fonction de la fréquence. Et oui, qui dit condensateur dit changement de phase entre l'entrée et la sortie. C'est la nature même du condensateur de créer un déphasage courant/tension à ses bornes, la tension devenant en retard sur le courant.

==Graphique Phase== Donc dans le contexte d'un filtre à ampli op, on aura un déphasage variable du signal de sortie en fonction de la fréquence. Ce déphasage dépendra bien sûr de l'ordre du filtre (du nombre d'éléments RC le constituant) et de la configuration inverseuse ou non inverseuse de l'ampli-op. La phase est exprimée ici en degrés, 360 degrés représentant un cycle complet de déphasage.

==BUSTE==

Et bien avec ces changements de phase en fonction de la fréquence, le gain potentiellement élevé de l'ampli-op, et la contre-réaction qui renvoie une partie de signal de sortie en entrée, on a tous les éléments pour créer un ... oscillateur! Et oui. Il est d'ailleurs possible de concevoir un oscillateur basé sur un ampli-op. Mais parfois, la petite bête oscille involontairement. C'est plus rare de voir cela sur un filtre de premier ordre avec un gain raisonnable et à fréquence plus basse. On voit cela plus souvent sur les filtre à multiples étages et à ordre élevé. Pour prévoir le coup, on peut faire l'étude de stabilité de notre circuit par l'entremise de diagramme de Bode. Ça permet de figurer la marge disponible en gain et en phase avant qu'une oscillation potentielle n'apparaisse. Je n'irai pas dans ces détails ici, mais sachez qu'on peut calculer le niveau de stabilité du circuit.



Bon, on a couvert le filtre passe-bas. Le filtre passe-haut maintenant, aura un comportement inverse au filtre passe-bas. Il laissera passer les fréquences plus élevées et atténuera les fréquences plus basses. De par le comportement même du condensateur en fonction de la fréquence, vous pouvez figurer qu'il y aura un condensateur placé en série sur le signal d'entrée.

==SCHEMA PASSE HAUT==

Et oui, il s'agit de déplacer le condensateur pour former un circuit RC série sur l'entrée du circuit. Quelle sera la fréquence de coupure 3dB? Sans surprise  $1/2\pi R_1 C_1$ . La pente de l'atténuation sera la même, soit de 20dB par décade.

==SCHEMA PASSE BANDE==

Pourquoi ne pas combiner un passe bas et passe-haut sur le même étage. Avec un choix judicieux de composants, on obtiendra une configuration passe-bande, donc qui ne laissera passer qu'une bande de fréquences.

Avec d'autres changements de composants, on obtiendra une configuration de réjection de bande. Je crois que vous saisissez les possibilités ici.

==BUSTE==

Bon, on a vu des circuits de filtres à ampli-op fonctionnant en courant alternatif. Jusqu'à maintenant on considérait leur performance comme étant parfaite, idéale, indépendamment de la fréquence. Mais en réalité vous vous doutez bien que ce n'est pas le cas. Les amplis-ops ont des limites et des imperfections. Dans la prochaine vidéo, on va voir une de ces limites, le produit Gain-Bande\_Passante.

On regardera aussi d'autres phénomènes de l'ampli op non idéal. Je vous donne donc rendez-vous. À la prochaine



## #74 Référence VIR-CC p1

Ça fait un bon bout de temps que je souhaite me construire une référence de tension, courant et résistance. C'est maintenant le moment!

==THEME==

Bidouilleuses, Bidouilleurs Salut! C'est en vérifiant mon multimètre Tektronix TX3, celui que j'ai décrit dans ma vidéo #68, que j'ai vraiment senti le besoin d'une référence assez exacte en tension et en courant CC. Je vais donc construire une telle référence. L'idée serait de produire une tension et un courant continu suffisamment exacte pour confirmer le bon fonctionnement de la plupart des multimètres de bidouilleurs. Ce ne serait pas une référence d'étalonnage certifiée, mais plutôt un outil de confirmation que tout va bien avec nos multimètres. Je pourrais même y ajouter quelques résistances de faible tolérance pour la vérification de la fonction ohm-mètre. Je vais appeler ce projet ma référence V-I-R CC. Mais quelle approche allons-nous prendre? Quelle genre d'exactitude de référence pouvons nous nous procurer, et à quel prix? quelle gamme de tension et courant pouvons-nous facilement produire? Et bien j'ai fait des recherches et c'est très prometteur. Je vous emmène lentement vers ma solution finale. Tout débute par l'obtention d'une tension assez exacte. On pourra aussi y dériver un courant assez exacte à l'aide d'une résistance de faible tolérance.

Mais quels sont les choix disponibles pour la production d'une tension stable:

Il y a bien sûr le régulateur de tension, mais ceux-ci sont habituellement constuits pour fournir un courant élevé, pas pour fournir une tension exacte. De plus, leur stabilité de tension en fonction du courant et en fonction de la température sont bien insuffisantes. On oublie ça. Que dire des diodes zener? Encore pire que les régulateurs de tension. non. On cherche quelque chose de beaucoup mieux.

Il existe ce qu'on appelle des puces références de tension, puces mieux construites pour ce travail, soit une bonne exactitude et une bonne stabilité en température et dans le temps. Courant limité cependant. Faudra peut-être utiliser un transistor externe pour porter un courant plus élevé. Mais à quoi sert les références de tension de façon courante en électronique? Souvent pour piloter un convertisseur analogique-numérique ou un convertisseur numérique-analogique. En fournissant une tension de référence  $V_{ref}$  exacte, toutes les lectures et les tensions produites s'en trouveront tout aussi exactes et stables. Vous devinez bien qu'on en trouvera aussi dans tous les multimètres.

Il y a quelques paramètres importants pour nous à comprendre dans notre magasinage de puce de référence de tension continue. D'abord, la tension fournie par la référence: 1V, 2V, 2,048V, 4,5V, 5V, 10V, il y en a pour tous les goûts. On la choisira en fonction de la gamme d'opération de notre circuit.

Ensuite, l'exactitude initiale. C'est habituellement le paramètre le plus regardé à part la tension. On exprime l'exactitude initiale en % de la tension de sortie. Elle représente une garantie de l'écart maximum entre la tension nominale spécifiée et la tension réelle de sortie, caractérisé à la température de la pièce. Il n'est pas difficile de trouver des références ayant une exactitude initiale de 0,05%. ça c'est +/- 500uV sur une tension de 1V. Pas mal! Un autre paramètre important à comprendre est le coefficient de température. Vous vous doutez bien que la tension de sortie d'une référence va varier en fonction de la température. Mais de



combien elle va varier s'exprime habituellement en parties par million par degré Celcius. Dans notre application, on pourra sacrifier un peu de stabilité en température car on utilisera notre référence habituellement à la température de la pièce. On verra aussi que pour une référence de l'exactitude requise, la dérive due à la température sera négligeable pour quelques degrés de variation.

Enfin, l'autre paramètre à surveiller est la dérive de la tension dans le temps. Les composants électroniques n'étant pas totalement stables, il y aura dérive dans le temps en fonction du nombre d'heures d'utilisation. On l'exprime habituellement par des volts durant les premières 1000 heures d'utilisation. Encore une fois ici, compte tenu de l'usage très sporadique de notre référence, que pour vérifier des multimètres, on pourra négliger ce paramètre. Mais de façon générale, dépendamment des applications, cela dictera une référence de tension soit très exacte, soit très stable, soit les deux. Je vous donne un exemple. Dans un multimètre de précision, l'emphase sera mise sur la stabilité beaucoup plus que sur l'exactitude. Pourquoi? Parce qu'un étalonnage est fait à chaque année, et que l'exactitude est alors corrigée de façon électronique. Dans ce cas-ci la stabilité en température et dans le temps primera sur l'exactitude, et permettra un étalonnage à intervalle plus espacé.

Bon, il y a d'autres paramètres qui définissent par exemple le niveau de bruit, la régulation de la tension de sortie en fonction du courant, et en fonction de la tension d'entrée, l'hystérésis en fonction de la température, etc. Mais dans notre application, on pourra essentiellement négliger ceux-ci, car leur effet est négligeable dans notre application. Mais sachez qu'ils existent.

==tableau BLANC==

Présentation de la proposition, Circuit référence de tension.

- Alimentation à pile.
- Diode de protection
- Choix de tension de sortie
- diviseur résistif de tension
- Production du courant - ampli op, transistor et résistance.
- Rajout de résistances.
- Attention à la stabilité de la sortie. Certaines références sont plus instables avec une charge capacitive.

==BUSTE FINALE==

Bon, j'ai bien défini ce que je veux. Il est donc temps pour moi de me magasiner des composants, référence de tension et résistance de faible tolérance. Je vous garde celà pour ma prochaine vidéo, la deuxième de cette série. J'espère que vous avez apprécié. Je vous dis merci et À la prochaine!



## #75 Référence VIR-CC p2

Dans cette vidéo, je continue le développement de la référence de V-I-R-CC pour multimètre.  
==Theme==

Bidouilleurs, Salut! Dans la première vidéo de cette série sur la construction d'une référence de Tension et Courant continu, Je vous ai exposé les approches de base qui permettront d'obtenir une tension CC assez exacte ainsi que de produire un courant à l'aide de résistances de précision. Dans cette vidéo, on va développer notre solution avec plus de détail, ce qui permettra ensuite de magasiner et commander les pièces nécessaires pour la réalisation. Donc je retourne tout de suite au tableau blanc.

==Tableau blanc==

J'ai refait le dessin. Vous noterez peut-être que j'ai fait quelques petits changements. Je vous explique donc l'évolution de la solution.

- Vref = 2.5V.
- Beaucoup de valeurs disponibles sur le marché. Plus courantes: 2,5 , 4,5 , 5.
- Choix par rapport aux gammes des multimètres sur le marché: difficile.
- Bon compromis compte tenu de fonctionnement sur pile 9V, laisse en masse d'espace pour une pile plus faible.
- Finalement un choix personnel.
- Diviseur de Vref:
  - par 10 et par 100: 20, 180 et 1800 ohms. Valeurs courantes disponibles en 1% et 0,1% faciles à obtenir.
  - Ces valeurs produiront 25mV, 250mV, en plus du 2,5V directement de la référence.
  - 2K-Ohms total: courant de 1,25 mA. Faudra s'assurer que la référence peut débiter ce courant. Puissance  $(9-2,5) \times 1,2\text{mA} = 8\text{mW}$ . Pas grand chose...
  - Assume que l'impédance du multimètre est très élevée par rapport aux valeurs des résistances du diviseur.
  - Multimètres modernes, > 1M-Ohms, 10M-Ohms, donc 0,02% d'erreur. Moins que la tolérance des résistances, donc acceptable.
  - On fera une simulation de l'effet des tolérances plus tard.
- choix des résistance: 100 ohm, 1K et 10K nous donneront 25mA, 2,5mA et 250uA. Donne une bonne gamme de courants.
- Découplage capacitif en sortie.
- Nécessité d'ajouter du découplage pour s'assurer de la stabilité. Lire fiche descriptive pour connaître besoins.
- Certaines références ont une charge capacitive maximale tolérable sur la sortie assez faible.
- Transistor bipolaire plutôt que mosfet: chute à travers jonction B-E plus faible. Permettra d'opérer plus longtemps avec une pile faible.
- Bouton poussoir plutôt que bascule:
- Garantie de ne pas drainer la pile par mégarde.
- Aussi protège la circuit en cas de surcharge ou court-circuit.
- Courts-Circuits: Moyens de protection
- Ajout d'une résistance au collecteur du transistor



- pour limiter le courant en cas de court-circuit à la masse.
  - Valeur calculée un bon compromis entre la chute de tension en mode d'opération normal, la puissance dissipée lors d'un court circuit (grosseur de la résistance) et le courant maximum sécuritaire (pile 9V). 150 ohms, bon compromis:
  - Courant de court-circuit de 55mA, OK pour le transistor.
  - Chute de tension de 3,75V sur le courant de 25mA. Acceptable
  - 0,46W de dissipation en court-circuit. Résistance de 0,5W suffisant pour le court terme (bouton poussoir intermittent).
  - Pas besoin d'ajouter de résistance sur la base car
  - le courant de la base est contrôlé en boucle fermée et ne se limitera qu'au courant requis pour établir la polarisation de la jonction PN (soit une chute de tension d'environ 0,7V).
  - gain en tension unitaire. Ampli en configuration de collecteur commun, donc d'un étage tampon.
  - La tension de l'émetteur va donc suivre la tension de la base avec une différence de 0,7V. C'est donc une configuration stable.
  - Compte tenu du HFE ou Beta (le gain en courant du transistor, le courant de la base sera très faible, même à 25mA de courant).
  - Commutateur rotatif de courant
  - En série avec les résistances qui déterminent le courant.
  - Résistance des contacts doit être faible, spécialement sur la gamme de courant 25mA (100 Ohms).
  - Pas difficile de trouver des commutateur rotatifs de résistance de contact < 20 m-Ohms
  - Faut se rappeler de cela lors du magasinage.
  - Pas un problème avec le commutateur de sélection de tension: résistance de contact << résistance d'entrée Multimètre.
  - Ampli-op:
  - Rail-to-Rail en entrée et en sortie.
  - Fonctionnant avec alimentation de 3V à 12V. Optimisé pour fonctionnement sur pile.
  - Offrira aussi 3 résistances pour la vérification de l'ohm-mètre.
- ==Buste Final==

OK, Suffisant pour cette vidéo. Alors je vais magasiner les pièces et je vous reviens avec plus de détails sur mes choix dans ma prochaine vidéo. Donc revenez me voir pour la suite. À la prochaine!



## #77 Référence VIR-CC p3

On achète les pièces de notre référence V-I-R-CC et on essaie le circuit.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! On reprend là où on avait laissé dans la vidéo précédente de cette série sur la construction d'une référence tension-courant-résistance. On avait saisi la topologie détaillée du circuit et on était prêt à magasiner les pièces, soit la puce référence de tension, et les résistances de précision. Je vous informe d'entrée de jeu qu'il existe sur le marché, des référence de tension avec des exactitudes allucinantes, et des prix tout aussi allucinants. Je vais me limiter à un maximum d'environ 10\$. Mais pour 10\$, quel genre de performance pouvons-nous obtenir? Et bien allons voir cela.

==Screen Capture==

Il existe plusieurs marques produisant des références de tension: Mais les quatre les plus populaires sont Analog Devices, Texas Instruments, Linear Technologies et Maxim. J'ai passé un bon moment à analyser les solutions de référence possibles pour notre projet. De façon générale, il n'est pas difficile de trouver des références de tension dont l'exactitude de départ est meilleure que 0,1%, et ce pour quelques dollars. Comme Je me suis fixé un objectif de dépense d'environ 10\$ pour la référence, un bon compromis trouvé est le Maxim MAX6126 qui, dans sa meilleure version, promet une exactitude initiale meilleure que 0,02%, et un coefficient de température maximum de 3 ppm/C, négligeable dans notre application. En fait de performance, encore mieux, et les prix montent en flèche. Le courant maximum sur la sortie est de 10mA. Donc sans problème, le MAX6126 rencontre notre besoin de courant de 1,25mA drainé par le diviseur résistif. Aussi, ce bas courant n'aura que peu d'impact de réchauffement de la puce. On a dit 8mW dissipés. Le boîtier SO-8 peut dissiper presque 500mW; ça ne se réchauffera pas beaucoup.

Une autre gros avantage qui m'a fait pencher vers cette puce est qu'avec le MAX6126, il semble que l'ampli opérationnel soit intégré, et l'entrée inverseuse, accessible de l'extérieur, ici. En mode courant de référence, on n'aurait besoin que du transistor de contournement, donc pas d'ampli op. Très, très intéressant car ça simplifierait notre solution, un seul circuit intégré. Je vais donc l'essayer sans ampliop, et au pire je laisserai l'ampli-op si ça ne fonctionne pas bien. Le seul petit inconvénient est que le boîtier du 6126 est un SO-8 de montage en surface. On aura donc besoin d'un adaptateur de boîtier pour monter le tout sur une plaquette prototype.

Pour les résistances maintenant, des résistances 1/4W de 0,1% de tolérance sont disponibles à prix raisonnable, soit environ 1\$ chaque résistance. Ici aussi, pour de meilleures tolérances, les prix montent en flèche. 10, 20, 30\$ et même plus. Et comme on aura 9 résistances, ça peut rapidement devenir hors prix pour un bidouilleur. Donc moi j'irai pour des résistance de 0,1% de tolérance.

RAJOUT: Un petit mot au sujet du coefficient de température des résistance. L'achat de résistance de 0,1% de tolérance vous donne en bonus, un bon coefficient de température. Pour 1\$ la résistance, vous obtiendrez un coefficient de +/-15 ppm/C. Cette valeur est considérée comme excellente pour une résistance. Il existe mieux, mais à quel prix!

==ZOOM BREADBOARD==



Alors, j'ai monté le circuit, tel que montré dans ma vidéo précédente, pour pouvoir faire les premiers essais.

- Adaptateur SO-8 @ DIP.
  - Disponible sur eBay pour 2\$ la dizaine, toujours en avoir en réserve.
  - Appliquez le moins de chaleur possible durant la soudage!
  - Certains vendus ont une erreur de connexion. Attention!
  - Éviter stress physique sur chip. Adaptateur, bonne idée.
  - Breadboard: Pas très beau comme montage, comme d'habitude mais fonctionne.
  - Alimentation 9V,
  - Bouton poussoir.
  - Vérification de tensions avec multimètre.
  - Résistance de 20 ohms surchauffée.
  - Vérification de courants. Changements de résistance.
  - Mesure de résistances.
  - Chute de tension à travers le transistor.
  - Test de court-circuit?
  - Éviter stress physique.
- ==ZOOM BUSTE FINAL==

Quelques petits commentaires additionnels maintenant. J'ai essayé la référence de tension en mode courant, et sans ampli-op, tel que proposé dans la fiche technique.

==Fiche Technique== Vous vous rappelez que le MAX6126 possède le point de mesure de tension OUTS accessible à l'extérieur. Alors ça fonctionnait bien à plus haut courant mais il y avait problème à faible courant, à l'échelle plus faible de 250uA. Car le courant mesuré était de 282uA, bien au delà d'un écart maximum de 0.1% attendu. La seule conclusion possible est que l'entrée OUTS n'est pas une vraie entrée inverseuse d'ampli-op, car elle draine un courant de 32uA. Un vrai ampli-op aurait un courant à toute fin pratique nul. Donc je dois conserver l'ampli op. Je suis un peu déçu de cela.

Autre chose, j'ai vérifié à l'aide du multimètre en mode CA et d'un oscilloscope que le circuit était stable, et je n'ai perçu aucune oscillation, aucun bruit détectable. Donc tout est OK de ce côté.

Voilà, on a vérifié que le circuit fonctionne convenablement dans sa configuration avec Ampli-op. On est donc prêt à en faire l'assemblage sur une plaquette prototype et à l'intégrer dans un boîtier. Dans la prochaine vidéo, je ferai cela, en plus de présenter le schéma électrique de la solution finale. On va aussi faire quelques simulations de tolérances sur nos tensions et courants. Je vous donne donc rendezvous. À la prochaine!



## #78 Q&R #4

C'est le temps d'une autre vidéo de Questions-Réponses, la série de vidéos préférée des débutants!

==Thème==

Bidouilleurs Salut! Je suis heureux de vous présenter une autre vidéo de questions-réponses, la quatrième de cette série. Je vous invite à me faire parvenir d'autres questions, car ma banque de questions commence à s'amincir. Il me faut des questions d'ordre assez général, qui intéresseront la majorité des bidouilleurs. Alors allez-y, soit par courriel à [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca), soit sur facebook, soit sur le nouveau forum de discussion Électro-Bidouilleur. Bon, alors sans plus tarder, je me lance sur la première question!

Thierry FIACRE

Q1: (...) Je voudrais savoir sur les oscilloscopes pour PC si c'est aussi précis que les oscilloscopes normaux. (...) J'ai un ami qui est sceptique sur les oscilloscopes PC surtout pour les ondes réelles. Il m'a dit de voir sur des sites ou des professionnels comme vous.

R1: On parle ici des oscilloscopes sans affichage, donc les boîtes qui se contrôlent par port USB et qui affichent sur l'écran d'ordi. Je présume que par "précis", vous voulez dire, fidèles au signal mesuré. Ma réponse concernant les oscilloscopes PC n'a pas changé dans les dernières années. Et elle n'est pas "absolument" ou "pas du tout". De façon générale, la versatilité, la facilité d'utilisation et les fonctionnalités des oscilloscopes traditionnels sont meilleures que celles des oscilloscopes PC. Les deux principaux avantages des oscilloscopes PC sont l'espace physique requis et la mémoire presque infinie fournie par le PC. Mais il y a beaucoup d'inconvénients, comme les manipulations moins aisées (tout est basé sur des menus plutôt que des boutons, agaçant), la limite de la gamme dynamique de l'amplitude d'entrée (souvent limitée à des tensions plus basses), des difficultés au niveau du déclenchement, les conflits de pilotes USB (connecter deux appareils USB peut amener à des conflits d'appareils). Il y a des exceptions, bien sûr, comme les Oscilloscopes USB de marque Pico Technology, qui sont bien conçus et leur interface est correcte. Mais leur prix est en conséquence.

Si vous ne pouvez dépenser qu'une centaine de \$ sur un oscilloscope neuf, et que vous voulez un oscilloscope à échantillonnage (pas analogique) de 20MHz de bande passante, l'oscilloscope Hantek 6022 est acceptable. Mais sachez que dès que vous chercherez quelque chose de mieux, les prix vont augmenter assez vite, et très rapidement vous vous trouverez dans la gamme de prix des oscilloscopes Rigol, qui eux offrent une bien meilleure interface, avec de vrais boutons. Ah oui, laissez aussi tomber les oscilloscopes en kits, ceux dont la bande passante est minable. Des jouets, rien d'autre à mon avis.

Tout un préambule pour répondre à votre question sur la fidélité: Les oscilloscopes d'entrée de gamme ont habituellement une résolution de 8 bits, ce qui est bien suffisant pour l'emploi qu'on en fait, soit la visualisation des formes d'ondes. Que ce soit par USB, ou autonome, c'est ce que vous obtiendrez. Donc la fidélité devrait être la même, en autant que la bande passante et la vitesse d'échantillonnage sont suffisamment élevés par rapport au signal observé.

ucdiode86 ucdiode86



Q2: Comment faites-vous pour contrôler qu'une piste à impédance contrôlée correspond à l'impédance recherchée? Quel outil utilisez-vous? Une fois que le circuit est réalisé, comment actuellement mesurez-vous que l'impédance fait 50 ohms ou 75 ohms?

R2: Il n'y a malheureusement pas de méthode facile et peu coûteuse pour vérifier l'impédance d'une piste. Pour le bidouilleur moyen, c'est un acte de foi. Bien sûr, si le circuit final fonctionne bien, et bien vous avez atteint une impédance assez proche de celle nominale. Car d'avoir l'impédance exacte n'est habituellement pas un objectif. Il y a toujours un pourcentage de variation. On peut facilement avoir une impédance à +/- 20% de l'impédance requise et le circuit va tout aussi bien fonctionner. Je pousse encore plus loin. Un exemple, si vous avez un objectif de piste de 50 ohms sur une plaquette, mais que l'impédance obtenue est plutôt de 100 Ohms, du 2 pour 1, vous n'aurez qu'environ 10% de l'énergie qui sera réfléchi. Il est probable que le circuit fonctionne toujours bien. Je ne dis pas qu'il ne faille absolument pas s'en préoccuper, mais il faut savoir mettre les choses en contexte. En industrie, on spécifie habituellement une tolérance d'impédance de +/- 10%. Les circuits sont tellement complexes, et ils fonctionnent à de très larges bandes; on ne veut pas devoir se questionner sur l'influence de l'impédance des pistes. En plus, c'est relativement facile d'obtenir cette tolérance en industrie. Comment font-ils pour mesurer l'impédance? Ils ajoutent des coupons détachables sur le même panneau de circuit imprimé. Ces coupons auront des pistes de contrôle avec les interfaces requises aux deux extrémités pour connecter, soit un analyseur de réseau vectoriel, comme celui-ci derrière moi, soit une Réflectomètre temporel.

Donc, pour résumer, faites de votre mieux, bon choix du diélectrique et de l'épaisseur du panneau, contrôle de la largeur des pistes dans le logiciel de conception. Et ça devrait aller. Si vous mesurez un circuit logique, comme un bus de données ou une horloge, mesurez la forme de l'onde au point de destination avec un oscilloscope approprié en bande passante. Si la forme de l'onde est acceptable par rapport à la forme idéale, si les fronts montant et descendants sont propres et assez continus, et si le circuit fonctionne bien, dormez en paix.  
Simon

Q3: Que signifie le fait que "le courant n'est pas en même temps que la tension"? Parce que lorsque ce genre de phrase apparaît, elle est souvent accompagnée d'un petit graphique qui montre la courbe de la tension et celle de l'intensité, et quand on prend les valeurs I et U à un certain temps, il y a bien à la fois un courant et une tension non?

R: -Faites référence aux courbes de charge d'un condensateur.

-Avec les condensateurs et bobines, faut oublier la relation directe Tension-Courant qu'on applique sur éléments résistifs (résistance, fils, contacts, semi-conducteurs, etc). Loi d'ohm.

-Concentrons-nous sur le condensateur pour le moment.

-L'affirmation qui dérange: sur un condensateur, la tension est en retard sur le courant.

- Faut comprendre que le condensateur est considéré comme élément réactif, pas résistif.

-Meilleure affirmation: Le condensateur s'oppose à une variation de tension à ses bornes, en produisant un courant instantané. C'est intuitif de penser à cela quand on regarde le rôle de filtrage du condensateur sur un bloc d'alimentation. Le condensateur aplanit la tension en absorbant et produisant un courant instantané. Donc il s'oppose à une variation de tension.

OK, alors est-ce perceptible que la variation de tension est en retard sur le courant. Bien sûr, et je vais vous le montrer. ==Montrer tableau blanc==



==Explications Screen Captures Scope==

Même chose en régime permanent avec signal sinusoïdal. Déphasage de 90 degrés.

Maintenant, sur une bobine (inductance). Ce sera l'inverse. C'est le courant est en retard sur tension. Autrement dit, la bobine s'oppose à une variation de courant, en produisant une tension inverse instantanée. Pour absorber cette énergie de réaction, on voit souvent une diode de protection placée en inverse sur les bobine de relais, par exemple. C'est justement pour absorber la tension, qui pourrait être néfaste pour le circuit qui alimente la bobine.

Q4: Ahmed koroko

J'ai une question en ce qui concerne la réparation des cartes électroniques. Comment savoir si le microcontrôleur est défectueux?

R4: Un peu difficile à donner une réponse simple, car il y a plusieurs possibilités de problèmes sur un micro-contrôleur. On parle de micro-contrôleur ici, donc on élimine les problème de mémoire externe et de bus de données et d'adresse. La première chose à faire serait de s'assurer que les alimentations, Vcc et masse sont présentes et bien connectées au micro-contrôleur. Portez attention au retours de courants. Beaucoup de micro-contrôleurs vont fonctionner (souvent erratiquement) même si l'alimentation Vcc est absente! Bien oui. Les tensions déjà présentes aux broches d'entrée et de sortie (venant des périphériques) pourraient être suffisantes pour alimenter le micro-contrôleur. Ce sont les diodes de protection à l'interne sur chaque broche, qui peuvent conduire et alimenter le CPU. Donc ne prenez rien pour acquis au sujet des alimentations.

Autre point à vérifier, l'oscillateur ou le cristal. Si votre micro-contrôleur est équipé d'un ou de plusieurs sources externes d'horloge, il faut les vérifier. Si vous avez un oscilloscope ou un compteur de fréquence, vous devriez vérifier qu'il y a oscillation. Car un cristal défectueux, ça existe.

Y a t-il consommation de courant par le micro? Si vous pouvez mesurer le courant consommé par le micro-contrôleur, ce serait bien. Mais il faudra, soit soulever la broche d'alimentation, soit enlever un élément en série avec l'alimentation, soit couper une piste, pour pouvoir y insérer un ampère-mètre.

Voyez vous de l'activité sur les broches? Est-ce que les pulsations changent en fonction du temps ou de boutons pressés?

Vous pourriez aussi tenter de renifler l'activité interne soit avec un analyseur de spectre, soit avec un ampli-audio couplé en CA sur les broches, ou capter du rayonnement électromagnétique avec un récepteur radio?

Si seulement une broche est défectueuse, ce sera difficile de le savoir, à moins que vous soyez l'auteur du code source et que vous connaissez le comportement attendu.

À part cela, j'sais pas trop quoi dire...

Q5: Ahmed koroko

J'ai une autre question en ce qui concerne la réparation des cartes électroniques. Comment trouver un court-circuit par exemple entre le Vcc et la masse?

R5: Ça c'est un autre problème difficile à régler. Vous pouvez y aller à tâton, et retirer les composants suspects un à un, mais il y a toujours un risque de faire encore plus de dommage. Une technique utilisée est l'imagerie thermique. Si vous avez accès à une caméra thermique, vous pourriez localiser le problème. Avec un bloc d'alimentation à courant limité,



donc à courant raisonnable, il est possible de détecter avec une caméra à infra-rouge, les zones plus chaudes, ce qui indiquerait vraisemblablement l'endroit où le court-circuit est localisé. Vous pouvez aussi vous servir de vos doigts comme détecteur de chaleur pour localiser le court circuit. Bon mais sinon, qu'est ce qu'on fait? Vous allez avoir besoin d'un multimètre dont la résolution est bonne dans les fractions d'ohms (ou les milliohms). Aussi des sondes bien pointues et de bonne qualité sont essentielles. L'idée est de mesurer avec le plus de résolution possible la résistance entre Vcc et la masse à différents endroits sur la plaquette. L'endroit où la résistance est la plus faible vous indiquera l'emplacement approximatif. Vous pouvez vous construire assez facilement un milliohm-mètre au millième d'ohm de résolution. Il y a plein de circuits sur le web, et aussi des kits disponibles. L'idée est d'avoir une bonne résolution, une bonne précision, mais pas nécessairement une bonne exactitude. On n'a pas besoin de lecture exacte. On cherche à faire des comparaisons à différents points. Avec un peu de patience, on devrait trouver. Mais il y a des Mais. Si la plaquette est très petite, ce sera difficile, car il n'y aura pas suffisamment d'écart dans les mesures. Et au final, si le court-circuit est à l'intérieur de la plaquette, vous êtes cuit. Ce sera à peu près impossible à réparer.

Voilà pour cette session de Questions-Réponse. J'espère que vous avez apprécié. N'oubliez pas de visiter mon site web [bidouilleur.ca](http://bidouilleur.ca). De là, vous pourrez vous inscrire au forum de discussion en ligne Électro-Bidouilleur, et ainsi partager vos expériences et aider d'autres à les parfaire. Merci de votre support, et à la Prochaine!



## #79 Référence VIR-CC p4

Aujourd'hui, j'assemble le circuit de la référence VIR-cc sur une plaquette et j'intègre le tout dans un boîtier. ==THEME==

Bidouilleurs, bidouilleuses, Salut. Puisque le circuit de la référence de tension et courant CC, et résistance fonctionne bien, comme démontré dans la vidéo précédente, on est maintenant prêts pour l'assemblage du tout sur une plaquette prototype, et l'intégration dans un mini-boîtier. Mais juste auparavant, je voudrais vous montrer rapidement deux petits changements que j'ai apportés au circuit final, ainsi qu'une correction du schéma.

==Capture du Schéma==

-Ajout de la DEL,

-Ajout de fil séparé pour GNDS.

-Correction des alimentations du schéma montré dans la dernière vidéo.

-Expliquer le court-circuit possible de la référence. Ajouter résistance.

-On passe à l'Assemblage.

==Zoom Pièces utilisées==

==Zoom planif de la boîte==

==zoom assemblage plaquette==

==zoom assemblage résistances==

==zoom intérieur terminé==

==pan boîtier terminé==

==zoom Essais-Démonstration==

==Zoom Buste==

Il y a une autre chose à faire. Il s'agit de calculer l'exactitude des sorties courant et tension.

Ce qu'on doit faire c'est de prendre en considération les tolérances à leur extrêmes. Dans un cas comme celui-ci c'est relativement simple. On peut calculer les extrêmes soit à la calculatrice, soit avec un chiffrier informatique. Mais on peut aussi faire une simulation. On regarde les deux approches.

==Zoom Écran==

==Zoom Buste==

Y aurait t'il des améliorations possibles à apporter au circuit. Bien oui. Il faut garder en tête que j'ai voulu créer un circuit assez simple, compte tenu que l'assemblage de la plaquette allait se faire 100% à la main. Mais si j'avais créé une plaquette de circuit imprimé, j'aurais peut-être ajouté plus de tensions et de courants. J'aurais pu aussi ajouter un circuit d'alimentation avec un délai d'une ou 2 minutes de fonctionnement, par exemple. Ça c'est une suggestion d'un youtuber, cptbld01. J'aurais aussi pu plancher sur un circuit à tension plus élevée, et à courant plus élevé. Mais dans tout projet, il faut faire des choix. Ici j'ai choisi la simplicité.

Comme toujours, les fichiers pertinents schéma, fichiers de simulation, etc seront placés dans le dépôt de fichiers sur mon site web bidouilleur.ca . Allez y jeter un coup d'oeil. Vous pouvez aussi discuter de ce projet sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur, à [forum.bidouilleur.ca](http://forum.bidouilleur.ca) . Voilà, j'espère que ce petit projet vous a donné des idées de trucs à construire, car c'est ça le but de ces vidéos. À la prochaine!



## #80 Intro Ampli-Op p5

Regardons quelques autres configurations de bases, et les limites en fréquences de l'ampli-op.

==THEME==

Bidouilleurs Salut. Dans la précédente vidéo de cette série, on a commencé à regarder l'usage de l'ampli-op avec des signaux en courant alternatif. On a vu qu'il était possible de construire des filtres, donc d'obtenir une réponse variable en fonction de la fréquence. Jusqu'à maintenant on a assumé que l'ampli-op était parfait, donc qu'il n'avait aucune limite maximale de fréquence d'opération et qu'il répondait uniformément jusqu'à l'infini. Tout ampli op réel a évidemment une limite fréquentielle.

Cette limite est caractérisée en boucle ouverte, donc sans boucle de contre-réaction pour contrôler le gain. Si l'amplificateur est théoriquement parfait, on considère que le gain en boucle ouverte est de grande valeur, d'au moins 100,000, et qu'il est constant quelque soit la fréquence.

==GRAPH GB BOUCLE OUVERTE==

Avec l'ampli-op réel, ce gain en boucle ouverte est effectivement très élevé, mais pas jusqu'à l'infini. Il y a de fait rapidement une atténuation. La fréquence de coupure est très basse. Et la pente de l'atténuation sera de 20dB par décade. Pour un gain unitaire, en bas à droite, on obtient le fameux paramètre produit-Gain-Bande-Passante. Le paramètre Produit-Gain-Bande-passante sert à dériver le gain maximal de l'ampli en boucle fermée en fonction de la fréquence. Ce paramètre est fourni dans les feuillets descriptifs de chaque ampli-op. Si la réponse d'un ampli-op en boucle ouverte ressemble à ceci, qu'en est t'il du même ampli-op mais en boucle fermée, donc avec une contre-réaction?

==GRAPH GB BOUCLE FERMÉE==

Et bien, pour des gains plus faible, on aura une fréquence de coupure plus élevée. Et donc notre ampliop aura un gain constant jusqu'à cette fréquence. Donc Le gain multiplié par la bande passante donne le produit gain-Bande passante. Si le gain de notre circuit est plus faible, on aura une bande passante disponible plus élevée. Si le gain est plus élevé, ça diminuera la bande passante utilisable. Je crois que c'est la meilleure façon d'expliquer ce paramètre.

==BUSTE==

Maintenant, que je vous ai parlé d'ampli-op en boucle ouverte, il serait temps de vous entretenir d'une configuration de base qui fonctionne de façon non-linéaire. Il s'agit du comparateur de tension. Il s'agit ici d'évaluer le niveau d'une tension par rapport à une tension de référence, et de produire un niveau logique haut ou bas à la sortie en fonction de la comparaison en entrée. Est-ce que la tension d'entrée est plus élevée que la référence? Oui? Niveau haut en sortie. Non, elle n'est pas plus élevée que la référence? Niveau bas en sortie.

==DESSIN ORDI==

La configuration comparateur a ceci de particulier: elle n'a pas de contre-réaction négative. On fonctionne donc en gain à boucle ouverte.  $V_{ref}$ , la tension de référence, est illustrée comme une source de tension, mais peut être aussi dérivée d'un diviseur résistif. Dès que  $V_1$



surpasse  $V_{ref}$ , l'ampli op va pousser sa sortie  $V_{out}$  en saturation positive, donc tout près de l'alimentation positive. En contre partie, si  $V_1$  devient plus faible que  $V_{ref}$ , la sortie va saturer au niveau de l'alimentation négative. Q'arrive t'il lorsque les alimentations  $V_1$  et  $V_{ref}$  sont très très près l'une de l'autre? il y pourrait y avoir commutation rapide de la sortie, en fonction du bruit présent. Pour éviter cela, on ajoutera de l'hystérésis, un zone neutre de tension  $V_1$  où il n'y aura pas commutation à la sortie. Il faudra que la tension  $V_1$  aille au delà ou en deçà de la zone d'hystérésis, pour que la tension de soortie commute. On fait cela en ajoutant de la contre-réaction POSITIVE, comme ceci.  $R_1$  et  $R_2$  sont ajoutés sur l'entrée non-inverseuse. On peut définir la tension de basculement supérieure comme  $(R_2 * V_{ref} + R_1 * V_{outSat+}) / (R_1 + R_2)$ . La tension de basculement inférieure est formulée de façon très similaire, et montrée à l'écran. De fait, c'est ce qu'on appelle un comparateur à entrée de type Schmitt Trigger.

==BUSTE==

Notez cependant que, bien que l'on puisse utiliser un ampli-op comme comparateur, il existe des ampliops dont la construction interne est optimisée pour le travail de comparaison. On les reconnaît sous l'appellation comparateurs et non pas amplificateur opérationnel. Ils ont le même symbole de schéma électrique, mais ils sont plus rapides, conçus pour fonctionner en saturation, et optimisés pour fournir une sortie logique. Si vous devez faire de la comparaison de tension, et pouvez choisir vos composants, préférez le comparateur à l'ampli-op.

Une autre configuration de base est l'ampli à transimpédance. Transimpédance signifie conversion de courant à tension. La configuration d'ampli-op est très simple.

==DESSIN ORDI==

Il s'agit d'alimenter le courant à convertir  $I_{in}$  sur l'entrée inverseuse. L'entrée non-inverseuse est attachée ici à la masse. Puisque l'entrée inverseuse sera maintenue à la masse virtuelle, et que le courant dans cette entrée est zéro, tout le courant  $I$  se trouvera donc dérivé dans la résistance  $R_f$ , ce qui produira une chute de tension à ses bornes.  $V_{out}$  sera donc égale à  $-I_{in} * R_f$ . Pas plus compliqué.

==BUSTE==

Nous avons jusqu'à maintenant couvert, à mon avis, les configurations de base d'amplificateurs opérationnels. Mais il y a d'autres configurations possibles. Intégrateur, dérivateur, ampli d'instrumentation, Simulateur d'inductance, Impédance négative, ampli redresseur, etc. Mais maintenant que vous connaissez les configurations de base, vous pourrez vous documenter sur les autres configurations et comprendre de quoi il s'agit. Car les règles de base s'applique toujours. Courant essentiellement zéro à ses entrées, tension de 0V entre ses entrées lorsque l'ampli est en équilibre, gain en boucle ouverte extrêmement élevé, etc.

Bon voilà pour cette vidéo. Dans le prochain épisode, on va regarder quelques autres paramètres importants à comprendre de l'ampli-op, comme les tensions et courants de décalage en entrée. Donc, soyez-y, et À la prochaine!



## #82 Dissection Résistance Décade

Aujourd'hui, on ouvre le capot de cette boîte de résistances à Décade de précision.  
==Theme==

Le développement de ma référence VIR-cc pour vérifier les multimètres m'a fait ressortir cette boîte de résistances à Décade Général Radio type 1432. Et plus je m'y suis attardé, plus, plus elle m'a impressionné. Je vais vous expliquer pourquoi dans cette vidéo. On va aussi regarder à l'intérieur, et constater la qualité de la construction.

Me sers habituellement de boîte Micronta, Plus de gammes, capacitance, 10%. Pas une référence. Pas décade.

Étalonnage -> Boîte GR.

1 Ohms à 111110 Ohms.

Décade, donc 10 valeurs par décade.

Spécifications: 0,05% pour toutes les décades, sauf la décade des ohms, avec 0,15%

Coefficient de température: <20 ppm/C

Réponse en fréquence dépend de quelle décade est utilisée. Facilement utiliser jusqu'à 1MHz si on accepte des petites erreurs

Poids: 3Kg. Pesant, bien construite.

Vieille: 40 Ans, battue? Surchage de puissance.

Belles caractéristiques ont un prix. Difficilement à moins de 100\$ sur eBay. Modèles récents >> 100\$

Sans plus tarder, ouvrons le capot de la boîte! Je suis persuadé qu'on va être impressionné par la qualité de la construction.

==Buste Final==

J'espère que vous avez apprécié le regard plus en profondeur de cette boîte à décade. Je ferai la dissection de boîtes variées dans des vidéos ultérieures. Vous pouvez aussi me faire parvenir des bidules à analyser ou même à disséquer. Ça serait très amusant de recevoir des objets de la part des bidouilleurs. Contactez-moi alors à ce sujet. Voilà, à la prochaine!



## #83 Hamfest Deerfield

Deerfield est situé à 5 heures de route de Montréal. On choisit de rouler de nuit pour être présent à l'ouverture au lever du soleil. Bande de fous de l'électro!

On approche de Deerfield, New Hampshire, qui est plutôt près de Boston. Bien tranquille en ce samedi à 5 heures du matin.

Avant de partir à la chasse, il faut stocker de l'énergie.

Et un petit déjeuner dégoulinant à l'Américaine.

Bon, la chasse aux aubaines est ouverte dans le pays de la camionnette pick-up.

C'est essentiellement une vente extérieure, et quand le soleil est de la partie, c'est franchement plaisant.

Il y a beaucoup de matériel radio. Normal car c'est une foire de radioamateur et d'électronique.

La triste faillite de Tandy Radio-Shack fait l'affaire de mon ami Sylvain, qui se donne à coeur-joie dans les surplus de pièces de magasin.

Certains ont du matériel propre à vendre, ancien.... et moderne.

Et oui, la version moderne des ensemble d'expérimentation 100-en-1 de Tandy Radio-shack. Des pièces rares de HP.

Tout est en lien avec l'électronique... Enfin, presque tout! Non mais...

Eh oui, c'est bien ce que je disais, presque tout est en lien avec l'électronique... Ah je comprends, c'est l'épouse d'un radioamateur, qui en profite pour mousser ses ventes de tricot!

Vous cherchez un bloc d'alimentation costaud? Vous êtes servi.

Toutes les façons sont bonnes de s'afficher.

Mon fils Vincent s'est trouvé la casque parfait du Gamer!

Une foire comme celle-ci c'est le nirvana des composants électroniques de surplus. Vous aurez de fortes chances de trouver ce commutateur, cette prise, ce condensateur que vous cherchez pour votre projet.

Bien sûr, l'informatique est toujours bien représentée. C'est d'ailleurs dans ces foires que je me suis procuré bon nombre de mes ordis.

Moi je reconnais tous les appareils que je vois, euhhh... bon, passons!

Prix bien en vue, articles bien étalés, c'est le secret.

Où croyez-vous que je me suis procuré bon nombre de mes instruments de mesure?

C'est agréable de magasiner des appareils lorsqu'ils sont propres, et bien en vue.

Bien visiblement, il y a des vendeurs qui n'ont pas compris, et qui nous inondent littéralement de leurs articles sales de fond de cave.

De la tuyauterie?, non, une antenne Yagi HF démontée.

Si vous cherchez un adaptateur ou un connecteur RF, vous serez servi.

Il y a aussi des vendeurs à l'intérieurs, ceux-xi sont habituellement des commerçants, et les prix sont en conséquence.

Si vous aviez le moindre doute sur l'endroit où l'on se trouve, voici la réponse! Au pays de Donald Duck! Oh pardon, Donald Trompe.



Les drônes sont maintenant des incontournables d'un hamfest contemporain. Bon bien un dernier tour rapide des lieux, car c'est déjà le temps de remonter vers montréal. Il faudra cependant d'abord franchir le poste-frontière et payer notre dû en taxes. Un autre hamfest plaisant et fructueux! On a beaucoup de temps pour se conter nos trouvailles. Et on pense déjà à la prochaine Foire!



## #84 Adaptateur MilliOhm-Mètre

Est-ce que votre multimètre est capable de lire de la résistance très faible? Pourquoi pas lui ajouter un adaptateur milliOhm-mètre?

==THEME==

Bidouilleur Salut! C'est en produisant ma vidéo de questions-réponses #4, que j'ai réalisé que la plupart des multimètres bons marchés n'ont pas la capacité de mesurer des résistances faibles, plus basses que 0,1 Ohm. Ils vont jusqu'au milliVolt, mais pas jusqu'au milliOhm. Je me suis donc gratté le coco pour tenter de résoudre cela de façon simple. Mais à quoi sert un milliOhm-Mètre, vous me direz? Deux exemples, on peut tenter de trouver un court-circuit dans une plaquette de circuit imprimé. Plus on s'approche du court circuit, plus la résistance diminue. On peut aussi se fabriquer un shunt, un bout de fil qui permet de convertir un volt-Mètres en ampère-mètres. Voulez-vous vous assurer que les pôles sur votre batterie d'automobile sont à leur optimum de conductivité? Il y a beaucoup plus d'applications que vous ne le croyez.

Alors, j'ai cherché un peu, pour me rendre compte que beaucoup de milliOhm-Mètres utilisent un courant de 100mA ou même de 1A pour pouvoir mesurer une résistance faible. Moi je ne suis pas confortable avec ce genre de courant; quand je pense aux jonctions PN dans les circuits électronique que je mesurerais. Mon objectif est d'utiliser un maximum de 10mA, beaucoup plus raisonnable. Mais ce n'est pas facile avec un petit courant comme cela. Imaginez par exemple une résistance de 10 milliOhms. Bien 10mA à travers cette résistance produit 100uV. C'est pas gros. Mais avec le bon choix de composants, c'est possible. Cette première vidéo utilise un ampli-op dans la solution, mais il y a d'autres possibilités, que j'explorerai dans des vidéos ultérieures. Je vous présente donc le petit circuit que j'ai conçu. Assez simple, somme toute.

==Zoom Schéma==

==Zoom Max406 SpecsSheet==

==Démo Circuit==

==Zoom Buste==

Bon, j'ai des commentaires additionnels à formuler. D'abord au sujet de l'ampli-op. Le max406 est un bon candidat. Mais il y en a une d'autres qui pourraient faire l'affaire. Je vous rappelle les critères de sélection. Les entrées doivent pouvoir rejoindre l'alimentation inférieure, et la sortie doit être de type rail-to-rail. La tension de décalage d'entrée doit être faible, idéalement à moins de 1mV. Une neutralisation du décalage de tension en entrée doit être possible à l'aide d'un potentiomètre, donc des broches de compensation sont requises. Finalement, la tension d'alimentation doit pouvoir tolérer une pile 9V.

Parlant de potentiomètre, vous voudrez utiliser un potentiomètre qui se monte sur un boîtier, plutôt qu'un mini-pot comme j'ai utilisé. Vous trouverez sur eBay plusieurs vendeurs offrant ce type de potentiomètre à moins de 3\$.

Maintenant au sujet des résistances utilisées dans le circuit. Je vous suggère d'utiliser des résistances de 1% ou mieux de tolérance, question de tenter d'être assez exacte.

Au sujet des résistances de gain de l'ampli-op, je vous ai fait la suggestion de substituer un potentiomètre pour ajuster le circuit à un gain d'exactly 100. Bien vous pouvez aussi



utiliser des résistances fixes. Je vous fais les suggestions de valeurs suivantes pour un gain d'exactly 100. Utilisez une résistance de 14,7K et une combinaison de 14,7K||150, ce qui vous donnera un ratio de résistances de 99:1, et donc un gain de 100 sur l'ampli-op.

Maintenant, j'ai coupé des fils de cuivre pour produire de résistance milli-Ohmiques. Vous pouvez faire de même. Prenez du fil de cuivre mono-brin. Si vous le pouvez, mesurez le diamètre du fil avec exactitude à l'aide d'un pied à coulisse. Car j'ai réalisé que le fil de téléphone de calibre AWG-24 que j'avais était 6% plus étroit que la norme. Lorsque vous avez le diamètre, vous pouvez utiliser un site web, comme celui-ci, pour calculer la résistance exacte en fonction de la longueur. Assurez-vous de ne pas étirer le fil durant les manipulations, car vous changerez la résistance du fil.

Maintenant, le dernier commentaire, mais pas le moindre: La difficulté de faire le zéro avant la mesure. Vous allez vous rendre compte que le défi de mesurer de très faibles résistances réside dans la répétitivité des mesures et la compensation initiale. En d'autres mots, la qualité des sondes est primordiale. Par exemple, j'avais beaucoup de difficulté à ajuster le zéro en utilisant ces pinces alligator connectées au bout de câbles à fiches bananes. Pas bon malgré les apparences. Mais en utilisant ces clip plaquées or de marque Pomona, j'avais un contact de qualité à tout coup. Vous pouvez aussi vous procurer des pinces de type Kelvin plaquées or, similaires à celles-ci, pour quelques dollars. Rappelez-vous qu'en mesure de faible résistance avec ce circuit, ce n'est pas la résistance des sondes qui importe, c'est la constance de leur résistance qui compte. Un mauvais contact aux extrémités et vous êtes foutu. Si vous devez chercher un court-circuit sur une plaquette, utilisez des sondes très pointues et pesez fort.

Bon voilà, j'ai utilisé un circuit à ampli-op cette fois-ci, mais j'ai aussi commandé d'autres pièces pour tester d'autres approches. une de celles-ci consiste à utiliser un convertisseur tension-à-fréquence. Je vous reviendrai en temps et lieu avec d'autres résultats. D'ici là, je vous rappelle que vous pouvez discuter du contenu de cette vidéo et des autres vidéos d'É-B. sur le forum de discussion ÉlectroBidouilleur. Vous pourrez aussi m'y faire des suggestions de vidéos. Vous préférez me suivre sur Facebook? Excellent. Vous trouverez des liens dans la description de cette vidéo. Sur ce, à la prochaine!



## #86 Intro Analyseur Spectral RF,

Dans cette vidéo on fait le survol d'un équipement de mesure bien utile, voici l'analyseur spectral.

==THEME==

Bidouilleurs, salut! Ça fait suffisamment longtemps que je repousse cette vidéo d'intro. Mais là, je ne peux plus remettre cela. Voici donc une vidéo d'introduction à l'analyseur de spectre, ou analyseur spectral. Une des raisons de mon hésitation venait du fait que l'analyseur de spectre n'est pas un instrument de base du bidouilleur débutant. Ça n'enlève rien à l'utilité de celui-ci, mais ce n'est clairement pas un instrument aussi utile qu'un multimètre ou un oscilloscope, pour un bidouilleur débutant. Mais si vous jouez le moins dans les radio-fréquences, son utilité grandit énormément. Aussi l'analyseur de spectre est un appareil complexe à expliquer. Je m'en tiendrai ici aux caractéristiques fondamentales, sinon on en aurait pour pas mal plus long! D'autant plus que les analyseurs modernes ont beaucoup de caractéristiques qui dépassent l'utilisation de base. Donc je suggère au débutants de visionner cette vidéo plus d'une fois.

Alors!, qu'est-ce qu'un analyseur de spectre. Bien c'est un instrument de mesure de radio fréquence. C'est en fait un récepteur radio qui balaie rapidement une partie du spectre radio qu'on choisit, et qui affiche de façon graphique l'intensité des différents signaux reçus. J'aime bien ce petit dessin d'Agilent/Keysight, qui montre la correspondance entre ce que l'oscilloscope montre, à gauche, c'est à dire l'amplitude des signaux dans le temps, et ce que l'analyseur spectral montre, à droite, l'amplitude des signaux en fonction de la fréquence. Donc c'est comme une vue des signaux, mais de côté, dans une troisième dimension, celle de la fréquence.

==Zoom Écran==

Donc sur l'écran, à l'horizontal, on a l'étalement du spectre radio mesuré. À la verticale, on a l'intensité des signaux. Voici cet exemple: J'ai connecté une antenne à l'entrée de l'analyseur. Ici l'analyseur montre le spectre radio de la bande FM, de 88MHz à 108MHz. On voit les différents stations, certaines plus fortes que d'autre. L'échelle verticale est calibrée, donc on peut faire des mesures absolues de la force des signaux. Je déplace un marqueur (le petit losange blanc) sur les différents signaux, et je peux voir leur fréquence et leur intensité, ici exprimée de façon logarithmique, en Décibels-milliwatts, ou dBm. Chaque ligne verticale représente 10dB, donc un facteur de 10 en puissance.

Comme autre exemple, voici le spectre de la sortie d'un générateur de signal RF syntonisé à 300MHz et ayant une amplitude de -30dBm.

Regardons en quoi consiste l'analyseur de spectre classique.

==Zoom Schéma-Bloc Analyseur==

Décrire différents blocs.

- 1- Classique superhet
- 2- Hybride

==Zoom Buste==

Quelles sont les caractéristiques principales qui vont déterminer la qualité et le prix d'un



analyseur spectral.

Il y a

- Le type de construction de l'analyseur
- Sa couverture en fréquence
- La Sélectivité (résolution de largeur de bande)
- La Sensibilité
- La Réjection de fréquences images (pré-sélecteur)
- L'option Générateur de suivi.

D'abord le type d'analyseur. Je vais y aller doucement, restez bien avec moi. Il existe plusieurs types de construction d'analyseurs, mais les deux les plus courantes sont: l'analyseur super-hétérodyne classique et l'analyseur hybride (super-hétérodyne-transformée de Fourier en FI). On vient de voir les différences sur le tableau blanc. Le premier était de type classique, et le deuxième combinait les premiers étages classiques et la numérisation en FI, suivi d'une transformée de Fourier du signal FI.

Maintenant, dans les analyseurs superhet classiques, il y a ceux synthétisés ceux non-synthétisés. Les modèles plus anciens, ou les moins chers ne seront pas synthétisés. On comprends ici qu'il y a un oscillateur local non-piloté par boucle de phase, donc simplement contrôlé par une tension analogique. La dérive en fréquence de ce genre d'analyseur sera évidente lorsqu'on analyse un spectre étroit. En contraste, un analyseur synthétisé ne glissera à toute fin pratique pas, une fois l'instrument réchauffé, bien sûr. Mais vous devinez que l'analyseur synthétisé sera plus onéreux, mais quelle différence de performance! Celui-ci dernière moi est du type classique, synthétisé. C'est un instrument de laboratoire de précision.

Les analyseurs hybrides maintenant. Ils sont très populaires aujourd'hui car l'omniprésence des processeurs de signaux numériques les rend de plus en plus abordables. Il y a moins de filtres et traitement physique du signal, et plus d'algorithmes logiciels de traitement. Les appareils modernes tels que les Rigol sont de ce type, hybride. Celui-ci dernière moi l'est aussi.

Ici je ne vous parlerai pas trop des analyseurs en temps réel, car ils sont carrément hors prix pour un bidouilleur. Ils numérisent spectre radio en temps réel et en continu, et ils font des analyses numérique poussées pour en retirer le maximum d'information.

Maintenant la couverture en fréquence. La plupart des analyseurs d'entrée de gamme n'iront pas plus haut que 1500 ou 2000MHz. Si on va dans les micro-ondes, disons 10 ou 20 GHz, le prix sera en conséquence. À mon avis, vous devriez viser un appareil ayant une couverture fréquentielle allant jusqu'à 3GHz minimum, ce qui inclurait la bande de 2.4 GHz, qui est pleine de signaux.

Ensuite la sélectivité, ou si vous préférez dans le jargon d'analyseur spectral, la largeur de résolution. Il est plus facile de construire un analyseur qui écoute très large, qu'un analyseur qui est très sélectif. Un filtre de résolution étroit est important, car il permet de discerner 2 signaux rapprochées l'un de l'autre. Mais plus étroit est le filtre, plus précis et stable devront être les oscillateurs internes. Car on veut toujours que le signal reçu soit centré dans la fenêtre de réception du filtre. Quelle largeur de résolution vous aurez besoin? Bien ça dépend de l'usage que vous ferez de l'instrument. Mais je vous recommande de façon générale de viser une résolution de moins de 1KHz. Vous pourrez ainsi facilement voir les signaux de



largeur de bande étroite modulés en FM par exemple.

Le sensibilité maintenant. Un analyseur de spectre ne sera jamais aussi sensible aux faibles signaux que les meilleurs récepteurs radio. Mais il y a quand même des analyseurs plus sensible que d'autres. La capacité qu'a un Analyseur de discerner un signal très faible par rapport au bruit peut faire une différence dans une mesure. Le plancher de bruit (la ligne du bas quand il n'y a pas de signal reçu) varie d'un instrument à l'autre.

Une autre caractéristique est la réjection de fréquences images, donc la diminution des faux-signaux à l'écran. Et oui, car qui dit mélangeur dit fréquences images. Certains analyseurs ont cet étage de filtre additionnel qu'on appelle un pré-sélecteur, qui permet de réduire la quantité de fréquences images. Cette caractéristique est particulièrement avantageuse sur les analyseurs micro-ondes, qui ont souvent plus d'une étage de mélangeur.

Finalement, il y a le générateur de suivi (en anglais, tracking generator). C'est habituellement optionnel, et donc sachez repérer cette option. Il s'agit d'un générateur RF à amplitude constante, qui balaie le spectre radio étudié en synchro avec le récepteur. Donc si on connecte la sortie du générateur de suivi directement sur l'entrée de l'analyseur, on verra une ligne à amplitude constante, disons à 0dBm, sur tout le spectre. Maintenant si on insère un filtre quelconque entre le générateur et l'analyseur, on aura à l'écran la courbe de réponse en fréquence du filtre en test. Très très utile pour fabriquer filtres, amplis, antennes, etc. Avec l'ajout d'un coupleur directionnel (un autre gros mot) on peut même tracer la courbe du ROS d'une antenne. Faudrait que je revienne sur les techniques de mesure à l'aide de l'analyseur de spectre dans une vidéo ultérieure, si bien sûr vous me manifestez votre intérêt.

Vous avez jusqu'à maintenant vu quelques usages possibles d'un analyseur spectral. Mais ils y a beaucoup d'autres possibilités. Saviez vous que plusieurs descendent aussi bas que les fréquences audio? Celui-ci débute sa couverture à 100 Hz! Saviez-vous que plusieurs modèles d'analyseur peuvent démoduler de la MA et de la MF? Il y a un haut-parleur pour écouter.

La plupart des analyseurs de qualité auront un port de communication GPIB, qui permet de contrôler l'appareil et collecter les données pour analyse ou pour capter la courbe de l'écran. Avec un analyseur spectral contrôlable par PC, et à l'aide d'un logiciel, il est possible de tracer des courbes de bruit de phase d'oscillateurs. Si on possède une source de bruit dont on connaît le profil, Il est aussi possible de mesurer le facteur de bruit, exprimé en dB. Bon, comme vous le voyez, c'est pas les applications qui manquent.

Autre chose, vous pensez peut-être que la fonction FFT de votre oscilloscope numérique est un bon analyseur de spectre? Détrompez-vous, C'est une fonction utile, mais pas suffisamment sensible. Pas suffisamment flexible dans les choix de résolution, des les gammes d'amplitude. Et il n'y a aucun filtre. Et

la mesure n'est habituellement pas étalonnée en amplitude absolue, (dBm), donc c'est seulement utilisable pour des mesures relatives. La fonction FFT peut permettre de localiser les composantes RF qui dominent une alimentation par découpage, par exemple. Mais elle ne remplacera jamais un vrai analyseur de spectre.

Je vais vous faire ici quelques suggestions d'achat d'analyseur de spectre avec un budget de bidouilleur. D'abord si vous débutez dans les radio-fréquences, ou que votre budget est limité, je vous recommande le HP 141T équipé de tiroirs 1200 MHz et 12GHz. Pas jeune, pas léger, pas petit, mais fonctionne bien. 200-300\$ devrait suffire pour l'ensemble. Il est possible d'y



rajouter un générateur de suivi. Une autre bonne série d'analyseurs, les Tektronix 492 et 494. De bonnes machines simples à manipuler. Vont jusqu'à 21GHz. Lisez bien les spécifications car ils y a plusieurs variations disponibles. Entre 500 et 700\$ est un prix juste pour un tel appareil. Le HP 8590A. Fréquence maximale 1500MHz. Une bonne machine, pas synthétisé, pas plus que les appareils précédents d'ailleurs, mais quand même contrôlé par menu, donc donne l'impression du contraire. 800\$ est un prix raisonnable. Le suivant, et oui, le Rigol DSA815. C'est le seul appareil neuf que je vais recommander aujourd'hui. C'est 1300\$ pour du neuf, et ajoutez 200\$ pour le générateur de suivi, que je recommande fortement. Si vous pouvez trouver le 815 dans l'usagé, encore mieux. Je crois que comme instrument neuf, c'est une bonne affaire pour le prix. Mais il ne se rend qu'à un maximum de 1500MHz. C'est un appareil hybride moderne, avec tout ce qu'on s'attend d'une telle boîte.

Notez qu'il y a pleins d'autres modèles intéressants chez HP/Agilent/Keysight, Advantest, Rohde & Schwarz, Tektronix, Anritsu, mais je devais me limiter. Je me contenterai de vous décrire les deux analyseurs que je possède. D'abord, le HP Série 70000. Il est composé de tiroirs, et donc on le construit en fonctions de nos besoins. On commence petit, et on ajoute des modules en fonction de notre budget. Il y a une foule de configurations possibles avec cette série 70000. Présentement, il est configuré en analyseur micro-ondes. Couverture RF de 100Hz à 22GHz. Mais j'ai aussi le tiroir 2,9GHz et un générateur de suivi 20Hz à 2,9GHz. J'ai aussi ajouté le tiroir d'oscillateur de référence 10MHz, ce qui en fait une machine très stable et très précise en fréquence. Largeur de résolution minimale: 10Hz, maximale: 3MHz, grâce à l'option du tiroir FI allant jusqu'à 3MHz. L'inconvénient d'un tel analyseur, le format! Gros, et très lourd! Mais quelle machine quand même!

Mon deuxième analyseur est une machine de génération plus récente. Le HP/Agilent E4406a. Il couvre de 7MHz à 4GHz. C'est en fait un analyseur d'émetteur vectoriel. Donc en plus des mesures spectrales traditionnelles, il peut afficher les bits décodés, et la constellation de points d'un signal radio numérique. Comme ceci un signal QPSK. Il possède un affichage LCD, mais n'est pas très portable pour autant. Cet appareil peut descendre sa largeur de résolution aussi bas que 0.1Hz, donc il possède une résolution de détection de deux signaux adjacents extrêmement fine. Son seul vrai défaut, sa largeur maximale de spectre affiché de 10MHz. Mais en automatisant la mesure, il est possible de combiner les spectres pour afficher beaucoup plus large que 10MHz.

==BUSTE==

Un mot en terminant sur les analyseurs spectraux USB, ceux qui n'ont pas d'écran et qui se contrôlent par PC. Il y en a plusieurs modèles, du très bas de gamme, quelques dizaines de dollars, jusqu'à des prix très élevés, des milliers de dollars. Ma recommandation à ce sujet est similaire à celle émise pour les oscilloscopes PC. De façon générale, vous serez plus satisfait de la performance, de la qualité, du résultat d'un analyseur de spectre traditionnel, donc d'une grosse boîte comme celles-ci. C'est quand vous regardez les spécifications plus en détails que vous voyez la différence. Comme expliqué plus tôt dans cette vidéo, la couverture en fréquence n'est qu'un des critères à considérer. La largeur de résolution, quant à moi, est tout aussi importante. Et c'est là que vous verrez les limites que ça impose de loger le tout dans un boîtier si petit. Alors tout dépend de ce que vous voulez accomplir avec votre analyseur, mais si vous pouvez vous le permettre, je vous conseille de vous procurer un appareil de meilleure qualité (HP, Advantest, Tektronix, Rohde&Schwarz) de seconde main, plutôt qu'un



analyseur neuf de moindres caractéristiques.

Et bien voilà. Ça fait beaucoup d'information pour le bidouilleur débutant. Mais en fait, je n'ai touché que la surface. Juste en techniques d'opération, il y en aurait pour plusieurs autres vidéos. Mais je dois m'arrêter ici. J'espère que vous avez apprécié le contenu. N'oubliez pas que vous pouvez commenter cette vidéo, et même partager vos suggestions d'achat d'instrument de mesure sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur, gratuit bien sûr.

Alors voilà, je vous dis À la Prochaine!



## #89 Intro Ampli-Op p6

On termine cette série d'introduction sur les amplis opérationnels par un regard sur les tension et courant de décalage. On va aussi parcourir une fiche technique typique d'ampli-op, question de localiser ce qui nous intéresse...

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! On a vu dans les cinq vidéos précédentes de cette série d'introduction à l'amplificateur opérationnel, que l'ampli-op peut être considéré dans la grande majorité des applications comme une petite boîte parfaite, sans défaut. En autant que les alimentations rencontrent les besoins des entrée et de la sortie, l'ampli op devrait fonctionner tel que planifié. On manipule les formules de gain, on construit le circuit, et voilà, tout fonctionne correctement, habituellement. Mais il y a en fait "certaines" applications pour lesquelles on doit se préoccuper de certaines imperfections de l'ampli-op réel. Si le gain du circuit est très élevé, et/ou les tensions en jeu sont très faibles, il y a deux paramètres que l'on doit considérer. Il s'agit de la tension de décalage en entrée et du courant de polarisation des entrées.

Parlons d'abord de la tension de décalage en entrée.

==Montrer Étage tampon à la masse.==

Regardons cet étage tampon dont l'entrée non-inverseuse est mise à la masse. On pourrait s'attendre à ce que la sortie Vout de l'ampli soit d'exactly 0V CC. Mais ce n'est pas le cas. A cause de légères différences (imperfections) sur le circuit d'entrée de l'amplificateur opérationnel, la tension de sortie n'est pas nulle quand les deux entrées sont au même potentiel. Ce n'est pas énorme, mais il y a un décalage du circuit d'entrée qui produira un décalage en sortie. Et ce décalage de tension en entrée sera amplifié par une configuration à gain. Donc plus le gain est élevé, plus il faudra considérer cet effet. En anglais, on appelle ce décalage input offset voltage.

==Montrer étage inverseur avec pot de compensation==

Si ce phénomène présente un inconvénient dans notre application, on peut le corriger en introduisant un déséquilibre de l'amplificateur en entrée, ajustable de l'extérieur, afin d'obtenir une tension nulle en sortie lorsque les deux entrées sont placées au même potentiel. Sur certains amplis-op les constructeurs ont prévu la correction de cette imperfection en ajoutant un potentiomètre extérieur. Dans des situations critiques, on aura aussi comme objectif de choisir un modèle d'ampli opérationnel qui a une spécification de tension de décalage la plus faible possible car, oui, il y a de grandes variations de tensions de décalage disponibles sur le marché. Vous devinerez que les ampli-op plus modernes s'en tirent habituellement mieux dans cette catégorie. Notez aussi que la température aura un effet sur cette tension de décalage. Il faudra donc refaire le zéro périodiquement.

==BUSTE==

Maintenant, parlons du courant de polarisation des entrée. Vous vous en doutez bien, l'impédance d'entrée infinie des amplis-op n'est pas vraiment infinie dans le monde réel. Il existe de très petits courants sur les broches d'entrée des amplis-ops. Ces courants permettent au circuits internes d'entrée, faits de transistors, d'être polarisés et de bien fonctionner. Ces courants de polarisation pourraient créer un déséquilibre dans plusieurs



configurations d'ampli-op. En anglais, on les appellera input bias current.

===Montrer étage tampon avec résistance à la masse et courant à travers résistance.==

Prenez par exemple, cette configuration de suiveur (ou tampon), avec résistance sur l'entrée noninverseuse connectée à la masse. On pourrait s'attendre à ce que la tension de sortie soit de 0V puisque le courant dans l'entrée non-inverseuse est théoriquement nul. Mais non, un petit courant  $I_{p+}$  de polarisation passe à travers la résistance et produit une légère chute de tension à ses bornes. Il y aura donc décalage à la sortie, et donc une tension pas tout à fait à 0V. Quoi faire pour compenser les décalages dus aux courants de polarisation?

===Montrer étage tampon avec résistance ajoutée sur feedback==.

Et bien, simplement ajouter une résistance de même valeur sur l'entrée inverseuse pour causer le même effet dû au courant  $I_{p-}$ . Notez que  $I_{p+}$  et  $I_{p-}$  ne sont pas assurés d'être de même valeur. C'est cette différence de courant qu'on appellera le décalage de courant d'entrée (en anglais input offset current). Mais ce décalage est habituellement beaucoup plus petit que le courant de polarisation  $I_p$  lui même. Donc on le négligera la plupart du temps.

===Montrer étage inverseur avec courant à travers résistance==

Maintenant, où fait-on la compensation dans une configuration inverseuse? Les courants de polarisation  $I_{p-}$  et  $I_{p+}$  circuleront dans les deux entrées. Du fait de la présence de  $R_1$  et  $R_2$  sur l'entrée inverseuse, il se créera une chute de tension à leurs bornes à cause des courants de polarisation. Ce déséquilibre des tensions sera amplifié, et il causera un décalage à la sortie.

===Montrer étage inverseur avec courant à travers résistance et résistance de compensation==

Pour contrer ce déséquilibre, on peut ajouter une résistance équivalente sur l'entrée non-inverseuse. La résistance équivalente aura la valeur de  $R_p = R_1 || R_2$ , ici de 10K en parallèle avec 10K, soit 5K. Donc en règle générale, pour minimiser l'influence des courants de polarisation, il faut placer des impédances identiques sur les 2 entrées. Ceci est valide sur toutes les configurations.

==BUSTE==

OK, maintenant comme promis dans les vidéos précédente, on va regarder une fiche technique d'ampli opérationnel typique, et on va localiser les paramètres les plus importants, ceux qui nous font choisir un tel ou tel autre modèle d'ampli. Parce que vous allez le constater, je n'ai fait qu'effleurer le sujet des paramètres d'ampli-op. Mais dans la grande majorité des applications de bidouilleur, on n'est intéressé qu'à cinq ou six paramètres.

==Zoom Écran Fiche technique==

==BUSTE==

Avant de conclure sur les amplis-op, j'aimerais vous faire une suggestion de lecture sur le sujet des amplificateurs opérationnels. Vous pourrez bien sûr retrouver tout ce que j'ai couvert comme matériel sur plusieurs sites web, un peu de façon échevelée et fragmentée cependant. Mais il y a un livre en particulier que je vous recommande si vous lisez l'anglais. Il s'agit de Op-Amps for Everyone, de Ron Mancini chez Texas Instruments. Il a été d'abord publié en version papier, mais révisé et ré-édité à quelques reprises. La dernière édition est disponible en format PDF au lien que je fournis dans la description de cette vidéo. Ce livre a été pour moi une révélation sur les amplis op, bien plus que le temps que j'ai passé à étudier les amplis-ops sur les bancs d'école. Je m'y réfère encore aujourd'hui régulièrement.



Et bien voilà, ceci met fin à cette série d'introduction aux amplificateurs opérationnels. Il y a bien des choses que je n'ai pas couvertes dans cette série de vidéos. Mais le but d'un tutoriel d'introduction est de faciliter votre compréhension pour débiter dans ce domaine, et aussi de vous donner le goût de pousser plus loin votre apprentissage lorsque ce sera nécessaire. Car l'info existe; il faut juste la trouver.

J'espère que vous avez apprécié mon approche. Aussi, bravo à ceux qui m'ont suivi jusqu'à la fin de la série! À la prochaine!



## #90 Kit Composants Débutant. p1

Vous êtes un bidouilleur débutant en électronique? Débutant comme vraiment débutant? Et bien regardez ce qui suit. Je vous fais des recommandations d'achat de pièces électroniques élémentaires.

==THEME==

Bidouilleuse, bidouilleurs Salut! C'est une discussion sur le forum Électro-Bidouilleur qui m'a donné l'idée de créer cette vidéo. Je vais proposer aux débutants une liste composants d'électronique de base, vraiment de base, pour débiter une collection de pièces à la maison. Cette collection est uniquement composée de composants à montage traditionnel, donc à broches. Le but visé est bien sûr de permettre les montages d'essai sur une plaquette de montage universelle sans soudure, comme celle-ci. Je vous le dit d'entrée de jeu, j'y suis allé des choix les moins chers possibles, question de permettre au plus grand nombre de bidouilleurs de se lancer en électronique. Tous les prix que je fournirai dans cette sont tirés d'eBay, en date de juin 2016. Les vendeurs sont d'Asie, donc il faudra prévoir au moins un mois de port.

Dans le but de faciliter la recherche sur eBay, je fournis dans la description de cette vidéo les chaînes de caractères à utiliser sur eBay pour trouver chacun des items.

Bon On commence.

1-Résistances 1/4W 64 valeurs Couvre toutes les décades communes de 1 ohm à 10 Meg-ohms. Vous en aurez pour un bon moment avant de devoir en racheter. 640/4\$.

2-Condensateurs Électrolytiques Là aussi, plusieurs valeurs capacité/tension communes disponibles (12 valeurs en fait) dans le kit. 120/5\$.

3-Condensateurs céramiques, 50 valeurs les plus communes des pico-Farads jusqu'à 100nF 500/4\$.

4-Régulateurs de tension 78xx variés et LM317/LM337 variable, format TO-220. 15/6\$

5-Diodes au silicium de redressement Série 1N4000, de commutation 1N4148 et Schottky (bien important chute de tension plus faible) 100/2\$

6-Transistors 2N3904 NPN, 2N3906 PNP, boîtier TO-92. 100/2\$

7-2N7000 MOSFET TO-92. 20/1\$.

8-LEDs de couleurs variées grosseur 3mm ou 5mm au choix. 100/2\$

9-Quelques boutons poussoirs, montage de plaquette, circuit normalement ouvert 10/1\$

10-Quelques commutateurs à bascule. Contacts uni-polaire. 5/2\$

11-quelques potentiomètres 10 révolutions. Excellent pour faire des ajustements précis dans un circuit. Au prix qu'ils coûtent, on y va avec du multi-révolutions. 15 valeurs variées/2\$.

Comme il y en a peu dans cet ensemble, vous devrez en acheter d'autres au fur et à mesure que vous les utilisez sur un circuit permanent.

12-Plaquettes de circuit imprimé universelles. Il y en a de plusieurs sortes de disponibles.

Mais je vous suggère d'éviter les plaquettes phénoliques brunes et de plutôt choisir des plaquettes en époxy-verre, plus solides, de meilleure qualité. 5/2\$.

Bon, je vous retrouve! Quel est le total de dépense pour ces 12 recommandations? 33\$. Pas cher pour tout cela. Bon évidemment, cet ensemble ne contient pas de circuits intégrés; que



des composants élémentaires. Les circuits intégrés essentiels, je couvrirai cela dans une deuxième vidéo. Vous avez remarqué que je n'ai pas mis d'inductances (de bobines). C'est que les débutants n'en ont habituellement pas besoin. Parce qu'elles sont moins courantes dans le monde d'aujourd'hui, il est préférable de les acheter que lorsque requises. Il y a aussi tout l'aspect de montage en surface qu'il faudra éventuellement couvrir dans une autre vidéo. Maintenant, je vais vous donner quelques idées de rangement pour ces petites pièces.

==ZOOM CLASSEURS==

==ZOOM BUSTE FINALE==

Bien sûr, vous pourriez trouver que j'ai omis des composants qui selon vous sont absolument essentiels. Possible, car je me suis limité à 12 types de composants. Bien venez donner votre opinion à ce sujet sur le forum Électro-Bidouilleur! Les débutants pourront en profiter, et modifier leur liste d'achat. Donc dans ma prochaine vidéo de cette série, je ferai des recommandations sur le petit kit de circuits intégrés pour bidouilleur débutant. C'est donc un rendez-vous. Bon bidouillage et À la Prochaine!



## #91 Q&R #5

Pourquoi pas une autre session de Questions-Réponses? Sujets variés, comme toujours...  
==THEME==

Bidouilleurs Salut! Ça me fait plaisir de vous présenter une autre vidéo de questions-réponses, la cinquième de cette série. Je vous invite à me faire parvenir d'autres questions, Présentement, ma banque de questions est vide. Pas de questions, pas de vidéos de questions-réponses! Alors allez-y, soit par courriel à [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca), soit par l'entremise de Facebook, soit sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur. Vous pouvez aussi me faire parvenir votre question sous forme d'une courte vidéo d'au maximum 30 secondes. J'aimerais beaucoup en intégrer au moins une dans ma prochaine vidéo Q-R. Ça ferait changement! N'importe quel format de vidéo est acceptable. Vous pourrez me transférer la vidéo de plusieurs manières possibles. Je détaille tout cela sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur. Allez y jeter un coup d'oeil.

Bon, alors sans plus tarder, la première question!

Renaud, par courriel.

Q1: Que sont ces boîtiers? Ils proviennent d'une laser couleur C4000 de chez EPSON. Je débute en solo de quelques mois d'électronique.

R1: Ce sont des noyaux de ferrites, comme ceux-ci. Leur fonction est de réduire les radiations radio indésirables, soit pour limiter le bruit à l'interne entre les étages, soit pour éviter que la C4000 n'émette trop de radiations à l'externe. La ferrite crée une impédance élevée aux plus hautes fréquences. Elle est en fait plutôt résistive à fréquence élevée. Notez que la composition du matériau de ferrite varie d'un modèle à l'autre, ce qui donnera des performances d'atténuation variables. Comme il y en a une tonne dans l'imprimante, ça me semble une solution de rapiéçage de dernière minute pour pouvoir passer les normes de radiation... J'ai rarement vu autant de ces pièces dans un même appareil!

Il est toujours bon d'en avoir de ces noyaux à portée de la main. Moi, ils m'ont aidés à plusieurs reprises à éliminer des problèmes de retour de signal RF dans mon installation radio.

raolivi

Q2: Un analyseur de spectre je sais en gros à quoi ça sert. Mais à quoi sert un analyseur de réseaux? (...) Quel sont les différences, ou les choses qui peuvent être fait avec l'un ou l'autre?

R2: C'est une question souvent posée. Et c'est une réponse à plusieurs têtes! Tout dépend si l'analyseur de réseau est de type vectoriel ou de type scalaire. Tout dépend si l'analyseur de spectre possède un générateur de suivi (tracking generator).

Un analyseur de spectre est un récepteur radio à balayage de bande qui affiche l'amplitude mesurée des signaux en fonction de la fréquence, dans une bande de fréquence choisie. Si vous stoppez le balayage sur un signal donné, vous pourriez en théorie démoduler le signal comme un poste radio MA ou MF.

De l'autre côté, un analyseur de réseau est conçu pour caractériser (mesurer) un élément



quelconque appelé un réseau (ampli, filtre, composant, ligne de transmission, antenne, etc). Avec un analyseur de réseau scalaire on y mesure la réponse en fréquence (amplitude) à travers le réseau sous essai. Avec un analyseur de réseau vectoriel, on caractérisera le réseau sous essai en impédance (résistance et réactance) soit en transmission à travers le réseau, soit en réflexion venant du réseau. Un analyseur de réseau peut par exemple produire un abaque de Smith, ce graphique illustrant l'impédance en fonction de la fréquence, qui fait peur à bien des gens. L'analyseur de réseau vectoriel est un instrument plus complexe que l'analyseur de spectre. Mais l'analyseur de réseau ne ferait pas un bon analyseur de spectre pour plusieurs raisons que je ne décrirai pas ici.

Ceci dit, vous pouvez adjoindre un générateur de suivi à un analyseur de spectre. Vous obtiendrez l'équivalent d'un analyseur de réseau scalaire. Vous pourrez ainsi visualiser la réponse d'amplitude en fréquence d'un réseau. Si vous ajoutez un coupleur directionnel, vous pourrez aussi mesurer les pertes par réflexion ou le ROS (VSWR) d'un élément. Le générateur de suivi est habituellement une option sur les analyseurs de spectre. Notez finalement que vous ne pourrez jamais utiliser un analyseur de spectre comme analyseur de réseau vectoriel, car le premier ne fait aucune mesure de la phase du signal en fonction de la fréquence. Beaucoup d'info, j'en conviens. Pour vous aider à comprendre encore plus l'analyseur de spectre, j'ai produit une vidéo d'introduction sur le sujet. Je ne sais pas si, au moment où vous regardez cette vidéo, j'aurai déjà publié la vidéo sur les analyseurs de spectre. Mais cherchez sur ma chaîne, sinon ça ne devrait pas tarder. OK.

eledtronik, via une discussion sur le forum Électro-Bidouilleur.

Q3: La soudure à l'étain aujourd'hui ne contient plus de plomb selon les directives Européennes. Les nouveau fils d'étain (rouleau vert) sont la nouvelle norme. Avez-vous changé votre manière de souder et trouvez-vous que c'est mieux ou pas? Pour ma part, j'achète toujours avec plomb tant que j'en trouve encore.

R3: Je ne fais pas de poussée de boutons avec ce dossier RoHS (Réduction des substances nocives). Je travaille toujours avec de la soudure 63/37 classique (63% d'étain, 37% de plomb) à la maison. Les soudures sont fiables et éprouvées depuis plus de 100 ans. Et j'en ai une grosse réserve. Pour le peu de soudure que je fais comparé à une industrie... En industrie, presque toutes ont migré le montage de plaquettes vers le RoHS 6/6, donc sans plomb. Ils ont en fait été forcés de migrer dû à l'imposition de cette norme, d'abord en Europe. La soudure sans plomb est généralement faite d'Étain-Argent-Cuivre. Mais il y a plusieurs variations de composition disponibles, et aussi il en existe avec un quatrième élément d'ajouté. Ça a causé beaucoup de soucis de qualité pour quelques années durant les années 2000. Mauvais joints de soudures, nécessité d'une températures plus élevée, ce qui a causé des problèmes de délamination de PCB, et des dommages à certains composants sensibles. Mais les choses se sont replacées au fur et à mesure que les techniques se sont raffinées. Il reste quand même à mon avis une différence de qualité en faveur de la soudure au plomb. A la maison, bof! Ne mettez pas le fil de soudure dans votre bouche et tout sera correct (je le faisais quand j'étais jeune!). Si c'est le principe vert que vous voulez promouvoir, au final c'est vous et votre conscience.

PBMatcho, via le forum.



Q4: Ayant un vieux Kenwood-Trio 9R-59DS (c'est un récepteur radio ondes-courtes des années 70), j'ai entrepris sa restauration. Quoi qu'en bon état de fonctionnement. Mon premier souci est de légères apparitions de "Madame la Rouille". Notamment sur le sélecteur de bande qui a quelque faux contacts et qui aurait besoin d'un bon nettoyage .

Quel produit me suggérez vous pour éliminer notre amie la rouille ?

R4: Votre amie la rouille? Pour les contacts spécifiquement, je doute fort que ce soit de la rouille (oxydation de fer). Mais il y a sûrement de l'oxydation de cuivre ou de nickel. Vous pourriez débuter en utilisant un bon nettoyeur de contact classique, à base d'iso-propanol, sûr pour les plastiques. Je parle ici du même nettoyeur utilisé pour nettoyer et lubrifier les contrôles de volume. Je ne vous ferai pas de recommandation particulière; il en existe une foule de variations sur le marché. Il y a aussi les produits de marque DeoxiT. Ils sont excellents et plutôt chers. Je ne les ai pas expérimentés, mais de l'aveu de plusieurs, il ne se fait pas mieux pour nettoyer et protéger les contacts. Informez-vous en détail, car il existe plusieurs formulations de DeoxiT. Vous voudrez prendre une bombe aérosol de la formulation appropriée. Aussi assurez-vous que les soudures sur les zones touchées sont toujours bonnes. Car des soudures qui se désagrègent, ça existe. Dans le doute, retouchez les avec de la soudure neuve.

VincyZ

Q5: Quelle est la différence entre un microphone à condensateur et un microphone dynamique?

R5: Un micro dynamique est fait d'une assez grande membrane (le diaphragme) qui, par son déplacement due aux vibrations sonores, fait se déplacer une bobine dans un champ magnétique produit par un aimant. Le déplacement de la bobine induit un courant qui correspond en tous points aux vibrations sonores. C'est en fait l'inverse du principe du haut-parleur. Le microphone dynamique est passif, c'est à dire qu'il ne requiert aucune alimentation pour fonctionner.

Le micro à condensateur quant à lui possède aussi un diaphragme, habituellement plus petit qui, avec une autre plaque parallèle, constitue un condensateur. On charge électriquement ce condensateur. Il y a transfert des vibrations au condensateur. Le condensateur est variable puisque ses dimensions varient au rythme de l'onde sonore. Une variation de tension électrique est donc produite par cette variation de capacité. Une alimentation est requise pour faire fonctionner un tel micro, puisqu'il faut charger le condensateur, et ajouter un étage tampon car l'impédance de sortie est très élevée et le courant serait sinon trop faible.

Dans le monde de l'audio, le micro dynamique est généralement perçu comme étant plus approprié lorsque les sons sont plus forts, ou potentiellement incontrôlés. Celui-ci est en fait un peu moins sensible. Le micro à condensateur, étant de nature plus sensible, conviendra mieux aux environnements sonores plus contrôlés, comme un studio d'enregistrement par exemple. Mais dans le monde de l'audio, rien n'est vraiment blanc ou noir. Il y a énormément de nuances possibles dans les opinions. Faites des recherches sur ce sujet, et vous le verrez bien!

C'est ce qui met fin à cette session de Questions-Réponse. J'espère que vous avez apprécié la variété des sujets. N'oubliez pas de visiter mon site web [bidouilleur.ca](http://bidouilleur.ca), qui est en somme le point central des activités d'Électro-Bidouilleur. De là, vous pourrez consulter les fichiers

**Électro-Bidouilleur** (YouTube)  
<http://bidouilleur.ca>



**Textes de Vidéos**

Tous Droits Réservés

relatifs aux vidéos, visionner ma toute dernière vidéo, vous diriger vers le forum de discussion Électro-Bidouilleur, trouver le site de support Patreon d'Électro-Bidouilleur, transférer une vidéo vers moi, et j'en passe. Voilà, je vous remercie de votre fidélité, et je vous dis à la Prochaine!



## #92 Mesures Anal. Spec. p1

Je vais produire une petite série de vidéos sur les techniques, trucs et astuces de mesure avec un analyseur de spectre RF. On débute par les bonnes manières et par l'influence de la largeur de bande de résolution.

==THEME==

Bidouilleuses, bidouilleurs Salut! La vidéo d'aujourd'hui fait suite à ma vidéo #86 d'introduction à l'analyseur de spectre. Dans cette dernière j'ai décrivais les principes de fonctionnement généraux et les caractéristiques à rechercher d'un bon analyseur. Je me suis vite rendu compte qu'il y aurait du matériel pour d'autres vidéos sur le même sujet, car je n'ai même pas pu expliquer comment se servir d'un analyseur spectral. Et bien en voici la suite logique. Il y a beaucoup de chose à dire, des petits trucs à partager, des pièges à éviter. aujourd'hui je jouerai avec les différents ajustements de largeur de bande de l'appareil, pour vous montrer leur influence. Mais juste avant, je veux vous expliquer les manipulations sécuritaires pour l'instrument. Car il est possible d'endommager l'analyseur si on fait un peu n'importe quoi.

==ZOOM ANALYSEUR==

D'abord, lisez les notices sur l'appareil. Il y est indiqué la puissance RF maximale admissible. Comme par exemple ici S'il n'y a rien d'écrit, consultez le manuel d'opération. Donc, est-ce que la puissance totale arrivant sur ce câble excède la capacité de l'entrée de l'analyseur? En êtes-vous certain? N'oubliez pas que l'analyseur verra la puissance \*totale\* de tout le contenu RF. Si vous savez que le câble achemine plusieurs signaux de puissance assez grande, il se pourrait que la somme de tous ces signaux dépasse la limite de l'analyseur. C'est particulièrement vrai si vous y connectez une antenne extérieure et que vous vivez dans une zone urbaine.

==Zoom Voltmètre RF==

La seule façon de le savoir est d'utiliser un voltmètre RF à large bande. Vous pouvez aussi utiliser le petit voltmètre RF à bas coût que j'ai décrit dans ma vidéo #24. Si le signal est trop puissant, utilisez un atténuateur inséré en ligne avec le signal.

==ZOOM ANALYSEUR==

Bon maintenant qu'on connaît la puissance totale sur le câble et qu'elle est assez basse, on peut le connecter ce câble? Une minute! Une tension CC présente sur le câble pourrait endommager l'étage d'entrée de l'analyseur. Y a t'il une tension CC de présente? Il faut vérifiez cela. Facile à faire quand même. Si vous ne pouvez pas éliminer la tension CC, et que l'analyseur n'en tolère aucune, procurez-vous un bloqueur de courant continu (en anglais un DC Block), ou fabriquez-vous en un à partir de 2 connecteurs SMA montés dos-à-dos, et un condensateur de montage en surface soudé en série. On se débrouille!

Bon on peut maintenant connecter? Oh oh attention aux décharges électrostatiques. Touchez une partie métallique de l'analyseur en même temps que le bout du câble, juste au cas où...

Bon on peut y aller.

==buste==

Bon maintenant je vais vous entretenir de la largeur de bande de résolution. Vous allez



constater qu'un analyseur mal réglé va nous cacher des choses. Ou mettez cela à l'envers, un analyseur bien réglé peut révéler bien des choses.

==ZOOM ANALYSEUR==

Bon, je sais que je veux regarder un signal de 150 MHz produit par un générateur RF, alors j'entre la fréquence centrale de 150 MHz....et la largeur d'observation de, disons 10MHz. Voici le signal à observer. On voit qu'il a une puissance de -10dbm. Quel genre de signal est-ce? Aucune idée, car la largeur de bande de résolution est beaucoup trop grande. On n'a pas assez de résolution. L'analyseur nous montre un triangle plutôt qu'une ligne. Quand on voit un signal de cette forme, il faut diminuer la largeur de résolution. Car c'est l'analyseur qui a choisi la résolution, pas moi. Alors je passe en mode de résolution manuelle pour réduire celle-ci. Elle est à 100kHz, je vais la mettre à 10KHz. Regardez la différence! Là ça ressemble au signal non modulé d'un générateur RF. Allons même à 1KHz de largeur de résolution. Je regarde toujours 10 MHz de large, mais avec une bien meilleure résolution. Deux constatations, la première, le plancher de bruit s'est abaissé, et aussi l'analyseur prend beaucoup plus de temps pour faire un balayage du spectre. C'est normal puisque le filtre est beaucoup plus étroit, et donc il faut ralentir le balayage pour pouvoir capter toute l'énergie des signaux. Regardez maintenant la largeur de notre signal RF. Là c'est plus révélateur. Vraisemblablement une porteuse non modulée. On va maintenant diminuer la largeur de notre observation, de 10MHz à 100KHz. On zoom. Ah OK, là on observe quelques chose. Il y a du bruit, de la modulation non désirée produite par le générateur sous observation. Elle est très basse comparée à la porteuse. Quelque chose comme 70 dB sous la porteuse mais on la voit quand même. Que voulez-vous, la perfection n'existe pas. Maintenant on va zoomer encore plus sur le signal. Disons, une largeur de 1KHz. Oh, oh. Le filtre de résolution est resté en mode manuel... Je le remets en automatique. Mhhh, pas assez étroit à mon goût. Je vais retourner en mode manuel, et mettre 10Hz de largeur de résolution. C'est le minimum possible avec cet analyseur. Alors on voit ici la jupe du signal, donc la modulation résiduelle du générateur. On peut attribuer cette jupe au bruit de phase du générateur. Le bruit semble plutôt aléatoire. Si je le compare à un autre générateur RF, là on voit que la modulation résiduelle est mieux organisée. On parle d'une modulation résiduelle de 34 Hz, soit la distance entre deux crêtes.

Pour ce qui est du filtre vidéo maintenant, il fait une moyenne du signal, et donc diminuera le bruit, essentiellement au plancher. De la même façon qu'avec le filtre de largeur de résolution, l'analyseur ralentira le balayage du spectre lorsqu'une largeur de filtre vidéo est activée. Voyez le signal originel de 150 MHz, avec le filtre vidéo à 100KHz. Je passe en mode manuel et j'entre une largeur de filtre de 1KHz. Regardez la différence. Gare à un filtre vidéo trop étroit cependant, car il pourrait masquer des très petits signaux juste au dessus du bruit!

==BUSTE==

Vous venez de constater la capacité pas ordinaire qu'à un excellent analyseur de spectre de percevoir des signaux non désirés près des porteuses. Lorsque je vous disais dans ma vidéo d'intro à l'analyseur, de privilégier un analyseur de spectre ayant une largeur de résolution allant très bas, vous en avez maintenant vu la justification. Notez que sur un analyseur de spectre moderne, la vitesse de balayage est calculée et optimisée par l'analyseur pour offrir le meilleur rendu à l'écran en fonction des filtres de résolution et vidéo choisis. Mais j'aurais pu tout aussi bien varier la vitesse de balayage manuellement, et l'analyseur aurait compensé



sur les filtres, en autant qu'ils sont en mode automatique, bien sûr.

Bon voilà pour cette première vidéo, on s'arrête ici. Dans les prochaines vidéos, on va, entre autres, regarder comment on peut renifler dans les circuits à l'aide de l'analyseur de spectre, comment mesurer des filtres et comment de servir de l'analyseur comme récepteur radio.

Restez donc à l'écoute pour la suite. La meilleure façon de me suivre est de vous abonner, le bouton est juste en bas à droite. Merci et, à la prochaine!



## #95 Mesure Anal.Spec. p2

Quelles sont les différentes façons de sonder dans un circuit Radio-Fréquence avec un analyseur de spectre RF? Aujourd'hui, je vous en montre quelques unes.

==THEME==

Bidouilleuses, Bidouilleurs, salut. Dans la première vidéo de cette série sur les techniques de mesure à l'aide de l'analyseur de spectre RF, je vous ai montré l'importance des réglages du filtre de largeur de bande de résolution et du filtre vidéo. Je vous ai aussi entretenu des manipulations sécuritaires pour garantir une longue vie à votre analyseur. Si vous n'avez pas visionné cette vidéo, je vous suggère fortement de le faire. Le lien se trouve dans la description de cette vidéo-ci.

Dans cette deuxième vidéo, je veux vous montrer quelques techniques de connexion à l'analyseur, soit l'utilisation de sondes, d'antennes etc. On ne se connecte pas à un analyseur spectral comme on se connecte à un oscilloscope.

Car rappelez-vous que l'entrée RF d'un analyseur est comme un connecteur d'antenne. Elle est conçue pour recevoir un faible signal. Son impédance d'entrée est contrôlée, et faible, habituellement de 50 ohms, mais parfois de 75 ohms si c'est un analyseur destiné au marché de câblodistribution ou aux studios de télé. L'impédance d'entrée faible des analyseurs de spectre nous limitera à des tensions et puissances beaucoup plus faibles, généralement plus faible que 0dBm, ou 225mV efficace. En contraste, pour l'oscilloscope typique, l'impédance d'entrée des voies est de 1Méga-ohms. On pourra y appliquer des tensions assez élevées sans problème. On ne parle pas du tout du même genre d'interface.

==Zoom Tableau blanc==

Important avec l'analyseur spectral est de lui présenter un signal ayant une impédance de 50 Ohms. Pour des mesures absolues assez exactes, il faut que l'impédance soit maintenue jusqu'à l'instrument.

Quelles sont les possibilités qui existent de se connecter à l'analyseur spectral?

Connexion directe de la source à mesurer, par un câble coaxial de même impédance.

- Si je connecte ce générateur de signal, dont la sortie est réglée à -20dBm à 100MHz, sachant que l'impédance de sortie de l'appareil est de 50 Ohms, que le câble a une impédance de 50 Ohms et que l'impédance d'entrée de l'analyseur est de 50 Ohms, on lira en effet 100MHz, -20dBm, moins les pertes dans le câble. Là on a fait une mesure absolue du signal.

Tout cela est bien beau, mais qu'arrive-t-il quand on veut mesurer un circuit sans qu'il n'y ait de connecteur coaxial, donc étant dans l'impossibilité de se connecter directement au circuit à mesurer. On ne peut pas simplement arriver avec un câble coaxial et toucher dans un circuit ou sur une plaquette. On vient de connecter la charge du câble (sa capacitance) et de l'analyseur en parallèle dans le circuit ce qui va surcharger et aussi dés-syntuner le circuit. Et bien c'est là qu'il faut utiliser des astuces.

Sonde résistive.

- Constituée d'une résistance d'environ 950 Ohms. 1K peut faire. Câble coaxial.
- Donne un rapport d'amplitude de 20:1, donc 26dB d'atténuation rendu à l'analyseur.
- 1K d'impédance rajoutée dans circuit, pas parfait, mais beaucoup mieux que 50 ohms.



- Si bien construit, utilisable jusqu'à environ 1GHz.
- Attention aux tensions CC! Rajoutez-vous un Bloqueur CC si vous n'êtes pas sûr.
- Montrer.

#### Sonde d'oscilloscope 10x

- Peut-on utiliser directement? Non. Résistance de 9M et 1M donne 10x.
- Inutilisable avec résistance de 50 Ohms. Resterait rien.
- Sonde 1:1? Non, même chose que d'utiliser un coaxial directement dans le circuit.
- Truc: Utiliser un oscilloscope analogique, avec une sortie de basse impédance de voie 1 ou 2.
- Convertit le signal lue en haute impédance en signal basse impédance pouvant alimenter l'AS.
- Bande passante pourrait être limitée.
- Difficile de faire des mesures absolues.
- Attention à l'amplitude maximale fournie par l'oscilloscope!

#### Sondes FET:

- Entrée d'impédance extrêmement élevée: La porte d'un transistor à effet de champ.
- Capacitance très faible. Ne charge pratiquement pas le circuit mesuré.
- Peut fonctionner à fréquences très élevées.
- Sortie 50 Ohms, parfait pour alimenter un AS.
- Sondes FET commerciales beaucoup trop chères!
- Possible de s'en construire une pour moins de 20\$. Je vais explorer cela...
- Tektronix P6201, 900MHz, moins de 100\$

#### Couplage passif:

##### Boucle de couplage magnétique (boucle de Faraday).

- Possible de renifler un signal RF à l'aide d'une boucle magnétique.
- Rapidement décrite et utilisée sur un récepteur radio dans ma vidéo #19 sur l'étalonnage maison d'un compteur de Fréquence.
- Fait avec un câble coaxial. Voyez le dessin à l'écran.
- On approche la boucle du circuit pour renifler sans contact. Il y a directivité.
- On pourra faire des mesures relatives, pas absolues.

##### Antenne. Bout de fil.

- Mesures relatives.

==BUSTE FINALE==

OK, on a fait le tour des façon de se connecter à un analyseur spectral RF pour sonder un circuit. Comme vous l'avez constaté, il y a des particularités qu'il faut connaître pour pouvoir bien se servir d'un AS, l'impédance d'entrée en est une d'elles. Dans la prochaine vidéo de cette série sur les techniques de mesure à l'aide de l'analyseur de spectre RF, on va regarder, entre autres, comment on fait pour mesurer la courbe de réponse en fréquence d'un élément quelconque, un filtre, un ampli RF, etc. D'ici là, je vous invite à me suivre sur Facebook, sur le site web É-B et sur le forum de discussion É-B, et je vous invite aussi à me supporter via Patreon. Tous les liens pertinents se trouvent dans la description de cette vidéo. A la Prochaine!



## #96 Kit Pièces Début. p2

Je poursuis les recommandations d'achat de pièces électroniques élémentaires pour débutant. Cette fois-ci je couvre les circuits intégrés.

==THEME==

Bidouilleurs, Salut! Dans la première vidéo de cette série, la vidéo #90, je vous avais fait des recommandations de douze pièces d'électronique élémentaires, condensateurs, résistances, transistors, etc. Si vous ne l'avez pas visionnée, je vous conseille de le faire. Aujourd'hui, je vais couvrir les circuits intégrés incontournables pour un débutant qui cherche à apprendre, à bidouiller en électronique. Je vous propose de simples puces, pas des systèmes de développement du genre Arduino. Aussi, je vous recommande de vous procurer des Circuits Intégrés de sources sûres, des grands distributeurs comme Digikey, Mouser, Newark, etc. Évitez les achats en ligne venant d'Asie, car il y a de plus en plus de contre-façons de pièces en circulation et ça devient difficile de s'assurer de la qualité du produit. Comprenez-moi bien. Pas tous les achats de CIs venant d'Asie sont problématiques, mais connaissez-vous d'avance la fiabilité de tel ou tel vendeur? Alors cette fois-ci, les prix mentionnés sont ceux de Digikey, en dollars US. Comme il y a des frais de livraison, je vous conseille d'acheter plus d'un exemplaire de chaque pièce, question de rentabiliser les frais de livraison fixes. Dernier commentaire avant de débiter la liste, les suggestions que je fais peuvent être obtenues en version DIP à broches, ou en version de montage en surface. Mais compte tenu qu'un débutant risque de monter le circuit d'abord sur une plaquette de montage sans soudure, la version à broche est recommandée.

OK, allons-y. À tout seigneur, tout honneur, le CI le plus populaire, l'incontournable: Générateur d'impulsions Famille 555:

- Permet de générer des impulsions carrées à durée et délai variable, à répétition ou pas.
- Je recommande le LMC555, version CMOS. Consommation courant faible. Fonctionne avec alim. aussi basse que 1.5V. Attention courant de sortie, plus bas que le LM555.
- boîtier 8 broches.
- Prix: environ 1\$ ch.

Ampli Opérationnel

Défi: Déchiré, beaucoup de choix, compromis entre caractéristiques et le prix.

LM358: Double Ampli-op.

- Pas Rail-to-Rail, mais inclut rail inférieur en entrée et sortie, 0V si alim positive.
- Bas courant, <1mA. Bon pour opération sur piles
- Opère de 3V à 32V d'alimentation
- Boîtier 8 broches
- Prix: moins de 1\$ ch.

Comparateur. Sert bien sûr à comparer deux tensions analogiques.

LM393: comparateur double (quad LM339)

- Fonctionne avec alimentations de 2V à 36V
- Consomme moins de 1mA.



- Boîtier 8 broches
- Moins de 1\$

Micro-Contrôleur.

Tellement peu cher qu'on ne peut plus s'en passer.

Nécessite un peu d'apprentissage d'un langage de programmation, mais ça en vaut la peine. Beaucoup des puces énumérées précédemment peuvent être remplacées par un micro-contrôleur. Ceux qui me suivent depuis le début savent que j'utilise les micro PIC. Je vais donc vous en recommander un.

PIC12F683

- Boîtier 8 broches
- Plein de ressources, comparateur, compteurs, PWM, ADC, pourrait en parler longtemps...
- Prix: environ 1\$ ch.
- Programmeurs moins de 10\$.
- Si vous préférez Atmel, je crois que AtTiny-85 est celui qui s'approche le plus du PIC12F683.

Ampli Audio intégré.

LM386, l'incontournable.

- Puce amplificateur audio idéale pour fonctionnement à piles.
- Ne nécessite que peu de composants externes.
- On peut créer une sonde audio pour faire le déverminage de circuits. Si construit à pile, flottant.
- Branché à la puce LMC555 précédemment nommée, devient générateur audible.
- Prix: environ 1\$ ch.

Opto-Isolateur. Permet l'isolation complète galvanique entre deux parties de circuit via un faisceau lumineux interne au boîtier.

En existe plusieurs similaires. Je vous suggère le 4N35, un des plus communs.

- Boîtier 6 broches,
- Moins de 1\$

Senseur de température, qui est très amusant et permet de créer toutes sortes de circuits utiles au bidouilleur.

LM235:

- Sortie Analogique 10mV /Degré C.
- Consomme presque rien.
- Exactitude de 1/2 Degré à 25C
- 3 broches boîtier TO-92 comme un transistor.
- Moins de 2\$

Circuit Logique: Si vous avez horreur des micro-contrôleurs

4017 (CD4017) Compteur-Diviseur à décade.

- Si vous aimez faire clignoter une série de DELs, c'est la puce pour vous.



- Possède 10 sorties qui vont s'activer une après l'autre,
- Série logique CMOS: Fonctionne sur alimentations entre 3 et 15V.
- consomme presque rien en mode statique,
- Pairé à un 555 envoyant des impulsions, peut faire de beaux effets avec des DELs.
- Moins de 1\$

#### Contrôleur d'Affichage à barre LM3914

- Habituellement utilisé pour afficher une série de 10 DELs.
- Fonctionne entre 3 et 15V CC.
- Possède une entrée analogique qui contrôle la quantité de DELs allumées.
- Plusieurs puces peuvent être combinées pour créer un affichage à plus de 10 DELs
- LM3914 échelle linéaire, LM3916 échelle de Vu-Mètre audio.
- Boîtier de 18 broches.
- Un peu plus onéreux à 3\$

Pour les amateurs de radio, possibilité de se créer une radio complète grâce à cette puce NE602 ou SA602 ou SA612

- Contient un oscillateur local, un mélangeur et quelques amplis tampon.
- Quelques pièces additionnelles et vous obtenez un récepteur MA ou MF.
- Peut fonctionner jusqu'à 500 MHz et son oscillateur local jusqu'à 200 MHz.
- C'est une petite pièce merveilleuse pour quiconque veut expérimenter dans la radio.
- Boîtier 8 broches
- Environ 3\$

==Buste Finale==

Bon voilà, ce sont mes recommandations. Il est bien certain que chaque bidouilleur aura ses préférences. Peut-être aurais-je oublié un circuit intégré fondamental pour le bidouilleur débutant. Alors faites-nous en part sous forme de commentaire sous la vidéo, ou sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur. Dans ma prochaine vidéo de cette série, je vais sans doute faire une deuxième liste de composants de base pour un bidouilleur débutant. On y trouvera sans doute des relais, des connecteurs et des fusibles. Voilà, j'espère que vous avez apprécié cette vidéo. Pouce vers le haut, ou pouce vers le bas. Merci et à la prochaine!



## #97 Marketing naïf – Câbles de Secteur Hi-Fi

Musique background:

Airport Lounge Kevin MacLeod (incompetech.com)

Licensed under Creative Commons: By Attribution 3.0 License

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

==THEME==

Bidouilleurs salut! Aujourd'hui je vais vous entretenir de trois sujets d'importance pour obtenir le meilleur de votre chaîne audio. Il s'agit de traitement particulier à apporter à vos câbles audios. Car il se passe beaucoup de choses au niveau atomique, et nos oreilles peuvent les percevoir.

D'abord, parlons de la période de rodage des câble audio. Absolument. Les métaux et alliages conducteurs utilisés dans la fabrication des câbles d'enceintes et de modulation analogiques voient leurs propriétés évoluer sensiblement avec le temps d'écoute. Un câble neuf ne donne pas immédiatement le meilleur de lui-même aux extrémités du spectre audio. Là encore, les capacités conductrices nécessitent la circulation d'une grande quantité de courant électrique pour atteindre leur plein rendement. Après un rodage d'une dizaines d'heures, les câbles donneront le meilleur d'eux même. Et il existe des disques compacts spécialement conçus pour le rodage des composants audio. Notez cependant qu'une fois le rodage complété vous devriez éviter de bouger vos câbles, sans quoi vous devrez recommencer le cycle de rodage.

Autre chose. Saviez-vous qu'il y a une direction du signal à respecter sur les câbles d'interconnexion audio? Donnez-vous la peine d'analyser les câbles de haute qualité pour vous en rendre compte. Si les meilleurs câbles ont des flèches indiquant une direction à respecter, c'est que ça importe. Tout est fonction de la construction interne du câble, de la structure cristalline du métal. Alors respectez toujours le sens des flèches, sinon la qualité du son en souffrira. Et c'est encore plus vrai si vous utilisez les câbles dans la bonne direction depuis longtemps, et que vous les inversez soudainement. Quel sacrilège pour les oreilles. Et ne croyez pas que le système de flèche ne s'applique qu'au câbles coaxiaux d'interconnexion entre vos composants audio. Les câble d'enceintes acoustiques sont aussi affectés par ce phénomène. Alors donc suivez les flèches!

Finalement, j'aimerais vous entretenir d'un concept récent, la cryogénisation des composants audio, des câbles, mais aussi de tous les éléments, ampli, lecteur CD, etc. La cryogénisation consiste au refroidissement à très basses températures des composants. On utilise de l'azote liquide à -197 Celsius. La cryogénisation a de nombreux avantages évidents: restitution plus limpide, qualité des silences améliorés, les enregistrements gagnent en sensualité, en épanouissement harmonique, en exactitude tonale quelque soit le niveau de la chaîne. Cela tient au fait que tout conducteur métallique traité voit sa capacité de conductivité accrue à sa limite maximale ce qui permet à toute l'information virtuelle -sans déperdition- d'être véhiculée de point en point. La conductivité accrue des fils de cuivre a fait l'objet de mesures très scientifiques.



Attention, à nouveau, le rodage est important. La différence est flagrante même après quelques heures. Il y a un effet mémoire grâce à la cryogénisation, leurs électrons ne sont pas tous chargés de la même manière. L'influx électrique qui les traverse au fil des heures a pour effet de tous les aligner, à la manière de cheveux que l'on démêle avec un peigne et que l'on brosse et brosse jusqu'à avoir le cheveux très lisses. Donc, misez sur la cryogénie! Une science de pointe! À la prochaine!

==interrompu==

Ohohoh! Une minute! Vous n'allez pas croire tout ce qu'on vous dit quand même! Et bien les explications précédentes sont toutes tirées de sites web d'audiophiles, de commerces et de forums de discussion. Aucune de ces affirmations n'a pu être démontrée ou mesurée de façon scientifique. Et discréditez ceux qui prétendent que l'oreille d'un expert audiophile peut percevoir des subtilités non mesurables. Tout, absolument tout ce qui constitue la musique peut être détecté avec des instruments de mesure. Le reste n'est que pure interprétation du cerveau. Il a été démontré depuis longtemps que l'effet placebo en musique, ça existe. Si un expert vous dit qu'un câble est le meilleur qui soit, vous vous en convaincrez assurément une fois le câble installé sur votre chaîne audio. Et le vendeur en sera ravi! C'est le pouvoir de la persuasion. Alors ne vous laissez pas duper par ces beaux paragraphes bien écrits, utilisant des termes sensuels ou des analogies boiteuses pour décrire la performance de câbles audio. Procurez-vous de bons câbles à prix raisonnables pour interconnecter vos composants audio, mais laissez tomber les traitements spéciaux et les alignements cristallins du cuivre. Juste du marketing pour naïf. À la prochaine!



## #99 Mesure Anal.Spec. p3

Vous voulez mesurer la réponse d'un bidule RF à l'aide d'un analyseur de spectre. Comment allez-vous procéder? Il y a plusieurs façons, et je vais vous les montrer.

==THEME==

Bidouilleuses, Bidouilleurs, salut. Dans la deuxième vidéo, la précédente de cette série, sur les mesures par Analyseur de Spectre, je vous ai montré quelques techniques de connexion de l'analyseur pour mesurer un circuit, soit la connexion directe, l'utilisation de sondes, de boucle magnétique et d'antennes. Maintenant qu'on connaît comment se connecter à l'analyseur, on peut regarder d'autres applications possibles. L'une d'entre elles est la mesure de la réponse en fréquence d'un élément RF série: ampli, atténuateur, filtre, etc. Pour pouvoir faire de telles mesures, on aura besoin en plus de l'analyseur, d'une source RF qui fournit de l'énergie sur tout le spectre radio qu'on veut mesurer. La meilleure façon de procéder est d'utiliser un générateur de suivi. Mais à défaut d'avoir un générateur de suivi à votre disposition, il y a des petites astuces qu'on peut mettre en pratique pour accomplir un peu la même chose, soit le tracé de la courbe de réponse d'un bidule RF. Mais commençons par montrer l'utilisation du générateur de suivi pour comprendre la tâche.

==Zoom AS Générateur de suivi==

Une fois la courbe tracée à l'écran, on peut la photographier, tout simplement, ou en faire le transfert électronique via une clé USB, ou à l'aide d'un port de contrôle sur l'analyseur, ethernet, GPIB, série, etc. Il y a un autre avantage à souligner avec le générateur de suivi, c'est qu'il est possible de faire des ajustements de notre circuit en test en temps réel, tout simplement en consultant la courbe à l'écran, qui elle, se rafraîchit constamment. On pourrait donc aisément ajuster la forme du filtre. Rappelez-vous de ce fait lorsqu'on regardera les autres astuces possibles.

Bon maintenant que vous avez vu la situation idéale, regardons d'autres possibilités de tracer la courbe de notre filtre à l'aide de l'analyseur spectral. Regardons l'utilisation d'une source de bruit à large spectre, à très bon marché, vous allez voir.

==Vidéos Source de bruit.

Comme vous l'avez vu c'est très fonctionnel, à condition d'utiliser la fonction de moyenne des courbes. Pour obtenir une courbe encore plus lisse, j'aurais pu augmenter la moyenne à 200 courbes. Vous comprendrez bien sûr qu'avec cette technique de moyenne, c'est très difficile de faire une syntonisation du filtre en temps réel. Alors c'est un compromis entre lissage et réponse en temps réel.

Il nous reste une autre technique à regarder, et elle consiste en l'utilisation d'un générateur de signal RF à balayage. On regarde cela.

==Vidéos avec Générateur RF==

Vous aurez peut-être remarqué que la profondeur de la réponse de notre filtre, donc la différence entre le point le plus haut et le point le plus bas, n'était pas la même d'une technique à l'autre.

==Montrer photos alternant==

Comparez ici l'approche générateur de suivi et l'approche source de bruit par exemple. Tout cela est évidemment fonction de l'intensité de la source par rapport au plancher de bruit de



l'analyseur.

==Buste==

Avec la source de bruit, j'aurais pu diminuer la largeur du filtre de résolution, du filtre vidéo, et/ou la vitesse de balayage. J'aurais gagné de la gamme dynamique dans la mesure, mais au prix d'un balayage encore plus lent. Donc ça dépend de ce que vous voulez faire comme mesure. Jouez tout simplement avec ces paramètres pour optimiser l'affichage.

Alors voilà, vous avez vu que même si on ne possède pas de générateur de suivi sur notre analyseur, il est possible d'utiliser des techniques alternatives (source de bruit à bas coût ou générateur à balayage) pour réussir à tracer des courbes de réponse en fréquence sur notre analyseur de spectre.

Dans la prochaine vidéo, je vous montrerai comment utiliser un coupleur directionnel, toujours avec l'aide de source de signal pour mesurer les pertes par réflexion, l'équivalent dur ROS, en fonction de la fréquence sur l'analyseur de spectre. N'oubliez pas de me donner une rétroaction par un pouce vers le haut ou vers le bas. Et je vous invite à vous abonner à ma chaîne si ce n'est pas déjà fait. Et il y a le support via Patreon si le coeur vous en dit. Merci et À la Prochaine!



## #100 Q&R #6

On est dû pour une autre session de Questions et Réponses.

==THEME==

Bidouilleurs Salut! Je vous souhaite la bienvenue à cette autre vidéo de questions-réponses, la sixième de cette série. Je vous invite à me faire parvenir d'autres questions, car plus je recevrai de questions, plus souvent il y aura des vidéos de questions-réponses! Alors allez-y, soit par courriel à [electro.bidouilleur@yahoo.ca](mailto:electro.bidouilleur@yahoo.ca), soit par l'entremise de Facebook, soit sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur. Vous pouvez aussi me faire parvenir votre question sous forme d'une courte vidéo d'au maximum 30 secondes. Ça serait cool d'intégrer au moins une dans ma prochaine vidéo de Q-R. Envoyez-moi une vidéo prise d'un téléphone intelligent; ce sera excellent. Je détaille les aspects techniques sur le forum de discussion Électro-Bidouilleur, dans la rubrique Suggestions de Vidéos Électro-Bidouilleur. Bon, alors sans plus tarder, voici une question!

Le Pic'Art

Q1: (...) A propos de l'oscilloscope j'ai une question, je me lance dans la réparation de TV pour moi-même, est-ce qu'il est indispensable pour moi de devoir posséder un oscilloscope ?

R1: Un oscilloscope ce n'est pas essentiel, mais quand on l'a, on est bien content! Un bon multimètre pourra faire beaucoup de chemin. Mais encore faut-il savoir bien s'en servir. Mais ça c'est un autre problème. Si la réparation de TV vous intéresse, considérez-vous procurer un oscilloscope d'occasion, analogique même, pour moins de 100\$. Cherchez sur les sites de ventes d'occasion en ligne. Recherchez le mot "oscilloscope". Vous pourriez être surpris des résultats. Pour ce qui est des sondes, il s'en vend sur eBay pour moins de 10\$. Elles feront amplement l'affaire pour un oscilloscope de ce type. Je vous suggère de visionner ma vidéo #8 qui fait une introduction à l'oscilloscope. Ça vous donnera une idée des choses à prendre en considération lors de l'achat.

abysse01

Q2: Quel est la procédure appropriée pour tester un PWM dans une alimentation en panne, pour repérer une mise en protection ou un éventuel défaut dans le circuit?

R2: On parle ici d'une alimentation par découpage. Il y a différentes configurations possibles d'alimentations par découpage. Alimentation positive ou négative Buck (tension de sortie plus basse que l'entrée) ou Boost (tension de sortie plus haute que l'entrée), Transistors internes ou externes, Flyback, etc. Donc ce n'est pas évident de répondre de façon universelle. Ceci dit, normalement vous devriez être capable de voir à l'oscilloscope le découpage à la sortie de la puce, même si la bobine est endommagée, ne serait-ce que temporairement, jusqu'à ce que la protection se déclenche. Si tout est mort, il est possible que le(s) MOSFET(s) internes soient grillé(s). Si les transistors sont extérieurs à la puce de contrôle, vérifiez le signal à leur porte (la Gate). Bien sûr assurez-vous que les broches d'entrée de contrôle soient au bon niveau pour allumer l'alimentation. Vous pourriez aussi retirer la bobine et faire des mesures passives à l'ohm-mètre. Un court-circuit à l'interne sera facilement mesurable à l'ohm-mètre. Et tant qu'à y être, mesurez l'inductance de la bobine si vous avez ce qu'il faut. Bien sûr,



mesurez sa continuité CC à l'aide de l'Ohm-Mètre.

spawnx34212484

Q3: J'ai acheté du flux de la marque AMTECH sur eBay et je me demande si c'est de la contrefaçon ou si elle a passé sa date d'expiration... Mon problème c'est qu'elle me fait beaucoup de résine après utilisation sur le PCB, beaucoup plus que sur toutes les vidéos que je vois sur YouTube... Est-ce que ça peut venir du fait qu'il est expiré? Sinon, pourquoi il y a une date expiration et si on peut l'utiliser après cette date?

R3: D'abord Je vous confirme avoir vu de la fausse soudure en pâte et du faux flux de soudure AMTECH sur eBay. Si le prix est franchement très bas, posez-vous des questions. Sinon, oui il y a une date de péremption sur certains produits de soudure. Et ce n'est pas pour rien. Le vieux flux devient plus épais et de couleur plus foncée avec l'âge. J'ai moi-même balancé une vieille bouteille de flux il n'y a pas si longtemps. La soudure est encore correcte, mais en effet c'est plus gommé sur la surface. Je crois qu'il y a des solvants qui s'évaporent avec le temps. Alors il n'y aura pas de dommage à utiliser du vieux flux, mais disons que c'est pas l'idéal.

Trixo

Q4: Je voudrais avoir votre opinion à propos du procédé de cryogénéisation des composants audio, câbles, prise etc. Ce procédé est très à la mode actuellement chez beaucoup de fabricants. Mais est il vraiment efficace pour abaisser au minimum la résistance des métaux?

R4: Bah... Comme bien des concepts en audiophilie, c'est un gros spectacle de fumée.

Question de vous mettre au parfum de ce qu'est la cryogénéisation, c'est l'exposition à des températures extrêmes (-197C pour l'azote liquide) des composants audio, les câbles, mais aussi les amplis, lecteurs CD, enceintes acoustiques, etc. Ouch! Pauvres condensateurs électrolytiques...

Il n'y a, de ce que je comprends, aucune démonstration réelle des bienfaits de la cryogénéisation. On connaît les effets métallurgiques en résistance mécanique lorsque appliqué à des alliages, mais rien ne supporte des améliorations appréciables de comportement électrique sur les métaux purs comme le cuivre. Et même s'il y avait quoi que ce soit, serait-ce perceptible? Tout cela est basé sur le mythe perpétué que l'oreille peut percevoir des nuances que même les meilleurs instruments de mesure ne peuvent percevoir. Ce qui a été scientifiquement démolit à maintes reprises dans le passé, mais bon... Que voulez vous, il y en aura toujours qui ont l'esprit d'entrepreneur audacieux et qui voudront faire des \$\$\$ sur le dos des naïfs. Incidemment, les 4 paramètres reconnus et mesurables qui définissent la fidélité musicale sont: Le bruit, la réponse en fréquence, la distorsion et les erreurs de temporisation. À eux seuls, ces paramètres définissent absolument tout de la fidélité du son. Si vous êtes intéressés à en savoir plus, et que vous comprenez l'anglais, je vous invite à visionner une vidéo de Ethan Winer, un expert (un vrai celui-là) de l'enregistrement et de la reproduction audio. Je fournis le lien dans la description de cette vidéo. Très intéressant.

Retour de Trixo.

Je reviens sur le sujet de la cryogénéisation car j'ai pu me procurer de l'azote liquide et j'ai fait des tests moi même. Je vous confirme vos commentaires car c'est tout simplement une



arnaque concernant les : Câbles, Prises audio etc..... J'ai testé plusieurs câbles. La mesure de la résistance des câbles avant et après le traitement est totalement inchangé. Sur des vieux tubes audio E406 (1942) des saletés sont apparus sur les broches de contact. mais à part cela aucune amélioration audible. Ce qui veut dire : On nous prend pour des Pigeons. Bon, bien je suis content, mais pas surpris d'apprendre que vous et moi sommes d'accord sur le sujet.

Guy Verdonck

Q5: Je cherche un logiciel gratuit ou pas trop cher pour faire mes typon et essayer de faire mes plaquettes de circuits imprimés. (...)

R5: Il existe une tonne de logiciels de conception de paquette électronique. Sur Windows et Mac, DipTrace c'est champion. La version gratuite limite le nombre de broches à 300 et le nombre de couches de cuivre à 2, mais sinon tout fonctionne très bien. Il y a aussi Eagle, qui roule sur Linux, Windows et Mac, et qui est très populaire, mais je ne l'ai pas essayé. La version gratuite de Eagle limite le routage des pistes à une surface de 16x10cm. Aussi, sur Linux, Windows et Mac, il y a KiCad, qui est entièrement gratuit. Je l'utilise régulièrement, et il est très bien. Depuis peu j'ai découvert EasyEDA, un environnement de conception gratuit qui est en fait exécuté en ligne, dans votre browser web, donc aucune installation logicielle n'est requise; il fonctionne donc indépendamment du systèmes d'exploitation. Il semble bien fonctionner, et permet aussi de simuler le circuit. Je n'ai pas encore essayé la fonction de création PCB. Je trouve ça quand même fascinant que le tout soit en ligne! OK, ce sont mes recommandations. Je vous fournirai des liens vers les différent outils mentionnés dans la description de la vidéo.

Bon voilà, on s'arrête ici pour cette session de questions et réponses. J'espère que vous avez apprécié le niveau et les thèmes variés de cette vidéo. Et n'oubliez pas: pas de questions reçues, pas de vidéos de questions et réponses. Continuez à me suivre, votre fidélité est très appréciée. Je vous remercie et vous dis À la Prochaine!

Notes dans la description vidéo.

Vidéo "AES Damn Lies Workshop" (Ethan Winer)

<https://www.youtube.com/watch?v=Zvireu2SGZM>

Outils de conception de plaquette de circuit imprimé recommandées par É-B:

Diptrace: <http://diptrace.com>

Eagle: <https://cadsoft.io>

KiCad: <http://kicad-pcb.org>

EasyEDA: <https://easyeda.com>