


☐

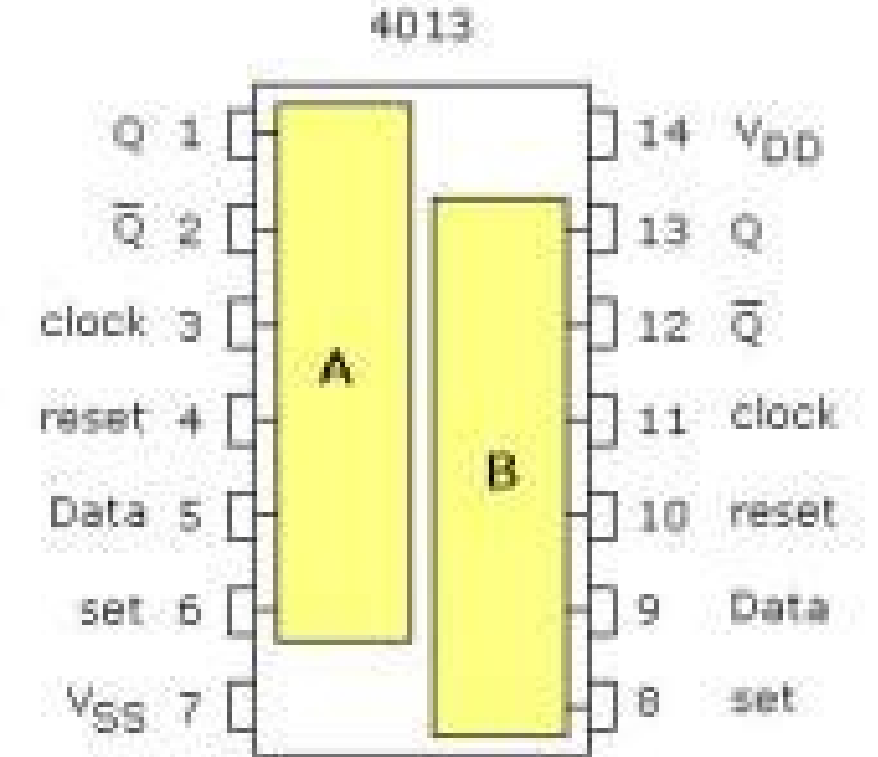
I'm not robot


reCAPTCHA

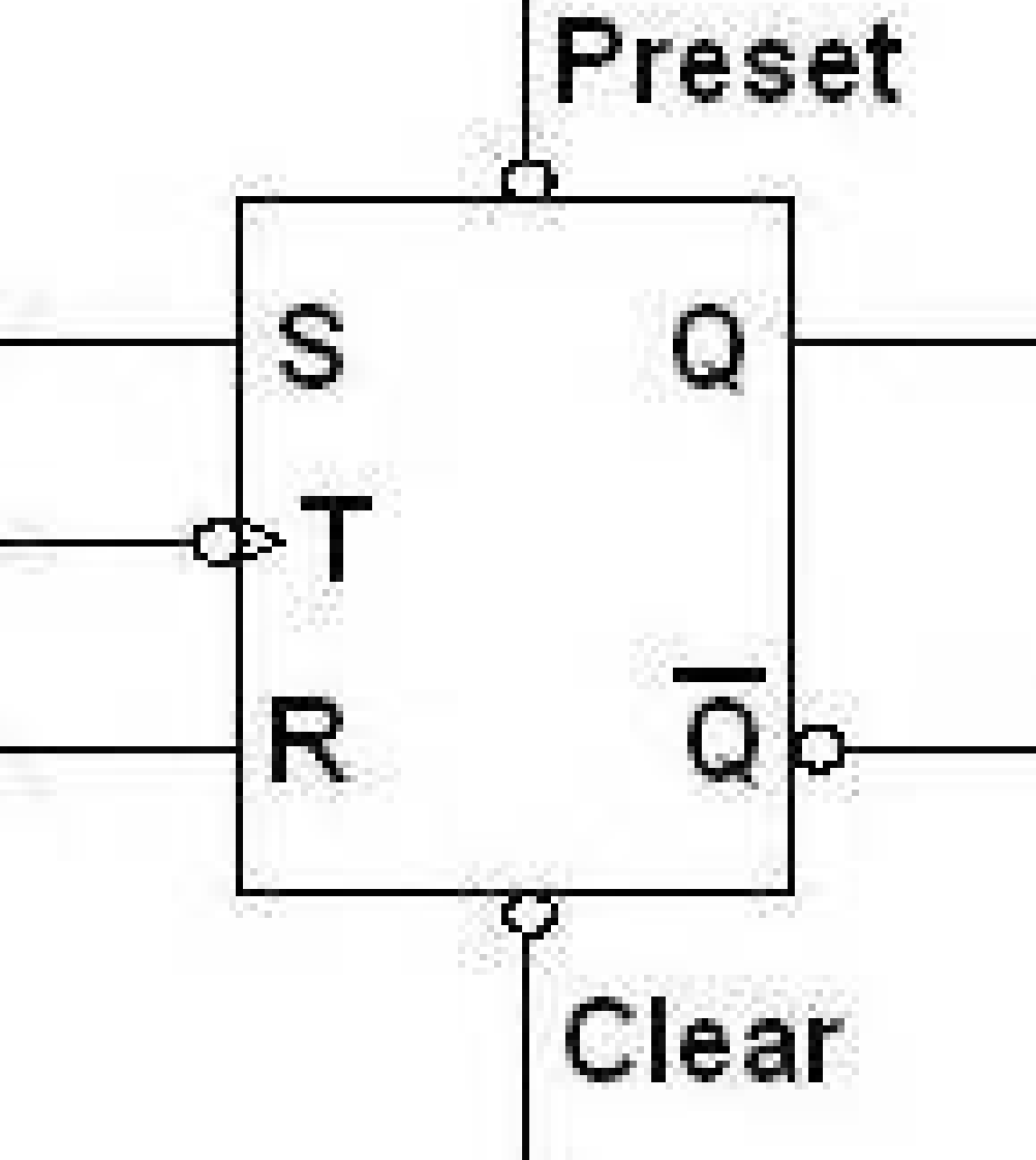
I'm not robot!

Bascule electronique pdf

Numérisation des cours 1 à 5 et 25 à 30 : Pascal CHOUR - 2013 Numérisation des cours 6 à 24 : Alain PASQUET - 2016 Le but de ces leçons pratiques est de faire connaître par l'expérience les principaux circuits utilisant les transistors afin que vous puissiez prétendre atteindre à une complète connaissance de cette technique. Pour cela, la réalisation d'un récepteur Radio n'est pas suffisante quoiqu'indispensable. De nombreux montages expérimentaux concrétiseront les leçons théoriques, et vous permettront ainsi de comprendre les notions fondamentales de cette nouvelle technique électronique. Vous réaliserez ainsi des amplificateurs, un thermomètre électronique, un générateur basse fréquence, un clignotant, vous ferez de la télécommande, avant de réaliser un récepteur basse fréquence. Puis vous construirez un transistormètre et enfin vous câblerez un magnifique récepteur portable à transistors. Toutes ces réalisations vous permettront de connaître et d'apprendre les applications possibles des transistors. J'imagine que vous êtes impatient de commencer la réalisation de ces appareils, car le travail expérimental est toujours fructueux et conduit à des résultats rapides.



Mais avant tout, je tiens à vous expliquer le fonctionnement de cette partie pratique du Cours. Ceci s'adresse surtout à mes Nouveaux Elèves puisque les autres sont déjà des "Anciens" et connaissent mieux que quiconque le travail d'équipe de la grande famille EURELEC. Vous remarquerez que chacune des leçons est en général subdivisée en trois parties. La première donne les instructions pour le montage à réaliser et, éventuellement, présente le matériel ; la seconde décrit le fonctionnement et indique comment vous devez effectuer les mesures sur ces montages ; la troisième partie commente les expériences réalisées en se reportant éventuellement à la théorie. Tant pour la description des circuits que pour les commentaires des résultats obtenus il existe une relation étroite entre la pratique et la théorie : Si le montage expérimental fait appel à des notions non encore développées dans le cours Théorique, je donnerai des explications rapides, me limitant à l'essentiel, afin de mettre en lumière le but de l'expérience. Avec l'avènement du transistor et des circuits imprimés, il a été possible de réduire notablement l'encombrement des appareils électroniques. Pour exploiter au maximum les avantages qu'offraient les nouvelles possibilités, les constructeurs ont développé la production de composants miniatures. Ces nouveaux composants ont parfois des caractéristiques électriques différentes de celles des composants conventionnels. Comme la connaissance du matériel est absolument indispensable pour celui qui veut étudier les circuits, je vous donnerai dans cette première leçon pratique quelques aperçus sur les composants avant que vous ne commenciez la réalisation de vos montages expérimentaux. Ce préambule ne doit pas éveiller votre intérêt, bien au contraire. Etudiez soigneusement cette pratique. Elle vous sera utile à l'avenir. Vous avez reçu dans ce groupe de matériel préliminaire quelques composants qui vont vous permettre de commencer d'intéressants exercices pratiques à partir de la prochaine leçon. Les "Anciens" connaissent déjà tous ces composants. Les "Nouveaux" vont apprendre dans la suite de cette leçon la technologie de ces éléments. Rappelons brièvement le matériel que vous venez de recevoir et qui sera utilisé, rappelons-le dans la seconde leçon pratique : un transistor pré-amplificateur BF : SFT352 (ou 353) une diode SFD 106 une résistance miniature 1/2 W du fil de câblage un rouleau de soudure une pince crocodile Faisons ensemble maintenant, si vous le voulez bien, un "inventaire" de ce dont vous aurez besoin pour effectuer les exercices pratiques. Pour entreprendre ce cours de transistors, il n'est pas nécessaire de posséder un outillage spécial ; celui du cours Radio pourra être très souvent utilisé. Les appareils de mesure de ce cours pourront aussi être employés. CARACTERISTIQUES DES OUTILLAGES ET DES APPAREILS UTILISES Fer à souder de 40 Watts - L'utilisation d'un fer à souder rapide de 30 à 70 Watts, à panne très fine rendra aisée l'exécution du montage des transistors et des éléments sur les circuits imprimés. On trouve sur le marché de très nombreux types de tels fers. Tournevis isolé avec pointe de 3 mm. Contrôleur universel de 1000 ohms/V (du cours Radio). Celui du cours Radio est tout particulièrement recommandé. Il possède en effet, une échelle 1 mA très utile dans le cas des Transistors.



Le galvanomètre présente une résistance interne de 50 ohms et une sensibilité de 800µA. Récepteur superhétérodyne (du cours Radio). Les récepteurs commerciaux comportant une prise P.U. pourront être utilisés pour les exercices pratiques. Si l'on ne dispose pas de récepteur ou d'amplificateur BF, on pourra utiliser un écouteur électromagnétique de 1 500 ohms (ou 2 000 à 2 500 ohms). Toutefois, un récepteur radio sera indispensable lors des intéressants essais de transmission à distance. Pour ces essais, vous pourrez alors demander à un ami de vous prêter son récepteur. L'outillage ci-dessous pourra être utile mais non indispensable. Il comprendra : Pincettes brucelles Pincettes à bords plats Pincettes coupantes Clés à tube Chignole à main Lime plate ou demi-ronde Scie à métaux En général, l'amateur radio possède déjà cet outillage. Cependant si vous le désirez, nous pourrions vous le fournir. Il est incontestable qu'actuellement les transistors dominent le marché des petits récepteurs radio portables, ainsi que les appareils acoustiques, électrophones et magnétophones alimentés en courant continu. Les transistors présentent sur les tubes électroniques des avantages et des inconvénients. Mais l'avenir leur appartient pour la construction des récepteurs AM/FM des ensembles HI - FI et des téléviseurs de table ou portatifs. Nous assistons donc à cette intéressante compétition entre les deux composants qui ont des fonctions analogues. On vient donc à se demander si les circuits transistorisés suivent les mêmes lois d'électrotechnique générale que celles qui conditionnent le fonctionnement des circuits à tubes. La réponse est affirmative, bien que le fonctionnement du transistor diffère sensiblement de celui du tube. Il est donc nécessaire de faire un bref rappel sur le fonctionnement des circuits que vous aurez à réaliser. COMPOSANTS ELECTRIQUES DES CIRCUITS Dans un appareil à transistors alimenté dans les conditions de repos (sans aucun signal) il passe seulement du courant continu. Nous devons donc rappeler quelques notions sur le fonctionnement d'un circuit électrique parcouru par un courant continu. Un appareil comprend généralement les éléments suivants : résistances, condensateurs, bobines, transformateurs, haut-parleurs (ou écouteurs), diodes, transistors, connexions et piles. De tous ces éléments, ne considérons que le cas de la résistance qui offre un passage plus ou moins facile au courant continu ; pour cela simplifions le problème en imaginant que l'ensemble de l'appareil est constitué seulement de résistances connectées de façon quelconque entre elles et alimentées par une pile. Un tel circuit est appelé réseau ohmique parce que les phénomènes électriques qui s'y développent peuvent être expliqués par la loi d'ohm établie expérimentalement pour le courant continu. LOI D'OHM Quand une résistance R est parcourue par un courant continu, nous avons à ses bornes une tension V directement proportionnelle à l'intensité du courant suivant la loi du physicien Allemand OHM : Si inversement, nous appliquons à cette résistance une tension constante V, nous trouvons une intensité de courant I directement proportionnelle à cette tension V et inversement proportionnelle à la résistance R, ce que nous exprimons par la formule : Si enfin, une résistance est parcourue par un courant continu d'intensité I et qu'à ses bornes existe une tension constante -V nous pourrions calculer R suivant la formule : Les formules a - b - c, sont les expressions de la même loi. Si nous voulons la vérifier nous prendrions l'exemple de la figure 1 - par exemple -. CARACTERISTIQUES GENERALES DES RESISTANCES - PUISSANCE DISSIPÉE PAR UNE RESISTANCE Une résistance parcourue par un courant consomme une énergie électrique. La quantité d'énergie dissipée pendant l'unité de temps est proportionnelle à la tension V et à l'intensité du courant I. Si cette unité de temps est de une seconde, on pourra définir la relation suivante : L'énergie électrique W ainsi définie est appelée Puissance électrique et est mesurée en watts (symbole W). Une autre relation peut être donnée en exprimant W en fonction de R et de I ce qui donne : Ou bien en fonction de R et P : Les deux dernières formules sont tirées de la formule d) et sont des applications de la loi d'OHM : en effet on remplace V par I x R pour la formule e) et I par V/R pour la formule f). L'énergie absorbée se transforme toujours par effet joule en énergie calorifique, qui se traduit par l'échauffement de la résistance. Etant donné qu'un corps chaud cède de la chaleur à un corps qui est moins chaud, la résistance va céder plus ou moins ses calories produites par effet joule à l'air ambiant. Lorsque le nombre des calories cédées est égal à celui des calories produites, (pendant le même temps) la température de la résistance cesse d'augmenter et reste constante. La résistance devra être fabriquée en prévision de cette dissipation pour ne pas risquer d'être détruite par la température. L'énergie thermique maximum dissipée par une résistance est appelée "Puissance Nominale" de la résistance. Comme elle est équivalente à la puissance électrique absorbée dans les mêmes conditions, elle est exprimée en Watts. Coefficient de température En général la résistance varie avec la température suivant la loi : g) Variation de R = α x R x variation de t° où R est la résistance exprimée en ohms, t° la température en degrés centigrades et α une constante dite "coefficient de température". Le coefficient et peut être défini d'une façon directe comme étant la variation de résistance d'un élément de 1 ohm quand la température augmente de 1 °C. α est positif si la résistance augmente avec la température et négatif lorsque cette résistance diminue lorsque la température croît. Dans la fabrication des résistances, on recherche un coefficient de température α le plus faible possible : en effet plus α est petit, plus grande est la stabilité de la résistance. Il reste encore de nombreuses notions à mentionner dans l'électrotechnique.



Nous y reviendrons de temps en temps lorsque cela sera indispensable pour la description ou le fonctionnement d'un circuit électrique employé sur un appareil. Avec la présentation des composants miniatures, nous traiterons d'un élément nouveau, but principal de cette pratique. On dit couramment avec une certaine liberté de langage qu'un composant est de "série miniature" ou "subminiature" ou "ultra-miniature" quand il est petit ou très petit par rapport aux composants similaires dans les appareils à tubes. Durant les dix dernières années, la tendance à réduire les dimensions des appareils électroniques s'est accentuée avec les possibilités offertes par les transistors. En effet, les transistors contrairement aux tubes électroniques nécessitent des tensions d'alimentation peu élevées et, dans les applications courantes, commandent des puissances faibles. Ils permettent de réduire très sensiblement les dimensions des résistances, des condensateurs et des transformateurs. En outre, la suppression de l'alimentation rend possible la réduction des pièces mécaniques et permet une appréciable réduction du matériel. La figure 2 représente quelques composants miniatures. La règle graduée, permet de voir approximativement leurs dimensions. Récemment aux U.S.A. a été construit un amplificateur "microminiature", de 5 W si petit qu'il pouvait se loger dans un cube de 3 cm de côté. Ce dispositif électronique d'un type nouveau appelé "Subsystem" pour ses dimensions extrêmement réduites et parce qu'il est une unité amplificatrice complète, représente la limite actuelle en matière de composants miniatures, nous ne reviendrons pas sur cette question particulière qui est en dehors de notre cours. Je vais vous répéter et développer le paragraphe 2-1 sur les composants électriques et mécaniques utilisés dans les appareils à transistors : résistances, condensateurs, selfs et transformateurs, diodes et transistors, haut-parleurs et écouteurs, interrupteurs et commutateur, matériel de connexions et circuits imprimés. Je vais vous parler tout d'abord des résistances miniatures. On peut diviser en deux groupes les résistances miniatures tout comme celles du type classique - grande stabilité et précision - utilisation générale. Au premier groupe appartiennent les résistances fabriquées pour appareils spéciaux avec une tolérance inférieure ou au maximum égale à 2% de la valeur nominale : au second groupe appartiennent celles fabriquées avec des tolérances de 5 - 10 - 20%, utilisées communément dans les appareils radio. Nous distinguerons quatre types de résistances fixes : à couche spiralée, à couche agglomérée, agglomérées, bobinées. Il y a aussi d'autres résistances possibles qui varient en fonction de la température ou de la tension appliquée. Résistances fixes - résistances réglables, thermistances ou résistances CTN, résistances VDR.

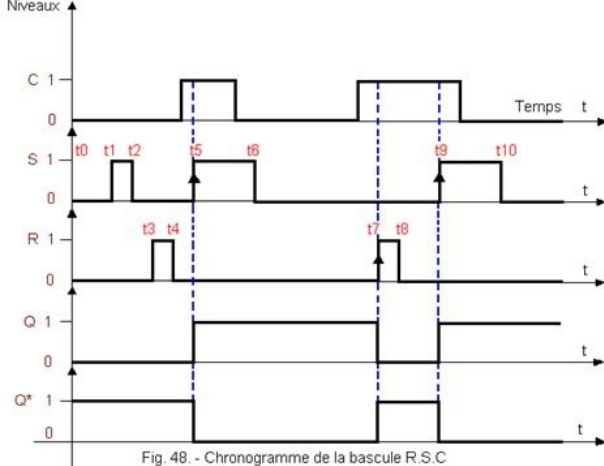


Fig 48 - Chronogramme de la bascule R-S-C

Examinons en détail les quatre types de résistances fixes, du point de vue caractéristiques physiques et électriques. RESISTANCES FIXES Caractéristiques physiques et particulatières de fabrication La figure 3 représente les quatre types de résistances fixes ; les dessins étant à une échelle nettement supérieure ; les fils de sortie sont prolongés vers l'intérieur et spiralisés (figure 3a) Les résistances de ce type sont composées d'un support sur lequel est disposée une pellicule de matière résistante. (On les appelle en général, résistance "à couche"). Pour obtenir la valeur requise, dans un encombrement minimum, la pellicule est incisée pour former une spirale sur le support. La résistance dépend de la longueur de la spirale : le plus souvent la pellicule est connectée à une couche graphitée, elle-même entourée par un capuchon sur lequel est soudé le fil de sortie. La pellicule résistante peut être métallique, en carbone ordinaire, en carbone de silice ou en carbone mélangé à du bore. Le tout est revêtu d'une couche de protection vernie ou laquée. Résistances à couche agglomérée (figure 3b) En général cette résistance est composée d'un mélange de carbone et d'une matière plastique servant de ciment.



Ce mélange résistant est déposé sur un tube de verre et forme ainsi une couche résistante de la valeur désirée. Dans certains cas, ces résistances, comme celles à couche spiralisée comportent une spirale qui permet un encombrement plus faible. L'enveloppe de protection est thermoducrissable ; les fils de sortie sont prolongés vers l'intérieur et permettent ainsi une meilleure dissipation des calories dues à l'effet joule. Ce sont les résistances courantes dites "miniatures agglomérées" (figure 3c) Ces résistances se distinguent des précédentes en ce sens que le corps entier est résistant. La résistance est celle qu'offre le cylindre tout entier. Les fils de sorties sont connectés aux extrémités du cylindre. Elles correspondent aux résistances américaines ancien modèle. Résistances bobinées (figure 3d) Ces résistances sont très peu utilisées dans les appareils à transistors. La résistance qui figure sur le dessin a été réalisée pour supporter de hautes températures (usage militaire). Le fil est bobiné sur un support isolant et protégé par une couche de verre spécial. Caractéristiques d'identification des résistances Devant choisir une résistance pour un appareil à transistor, il faut tenir compte des caractéristiques importantes suivantes : sa valeur nominale et sa tolérance la puissance maximum qu'elle peut absorber et devoir Vissers comment identifier la valeur nominale, la tolérance et la puissance Résistance nominale et tolérance L'indication de la valeur de la résistance nominale est toujours imprimée sur le corps de la résistance ; la tolérance peut être marquée ou non ; si la tolérance n'est pas indiquée elle est plus ou moins 20%. La lecture de la résistance nominale et de la tolérance ne comporte aucune difficulté si elle est exprimée en chiffres. Il suffit simplement de se rappeler les symboles suivants : Ω = ohm kΩ = 1 000 ohms (k indiquant trois zéros) MΩ = 1 000 000 ohms (M indiquant six zéros) % = tolérance en plus ou en moins La tolérance est toujours exprimée en pourcentage et en plus ou en moins de la valeur nominale de la résista. Il se peut donc qu'un des deux symboles manque. Les résistances de fabrication plus récente (types a - b - c de la fig. 3) ont leur valeurs indiquées en code de couleurs international. Comme il est indiqué sur la figure 4, il y a sur le corps 3 ou 4 cercles de couleurs plus rapprochés d'une des extrémités. Le premier et le deuxième cercle indiquent les deux premiers chiffres de la valeur : le troisième cercle indique le nombre des zéros. La valeur totale est exprimée en ohms. La couleur du quatrième cercle indique la tolérance - jaune d'or = 5% - blanc argent = 10%. Si le quatrième cercle manque, la tolérance est de +/- 20%. 1° - Exemple de lecture Supposons une résistance dont les 4 premiers cercles ont les couleurs suivantes : 1° cercle = bleu ; 2° cercle = rouge ; 3° cercle = rouge ; 4° cercle = or. Consultons le tableau de la figure 4 où nous pouvons voir les correspondances suivantes : bleu = 6 (dans la colonne "1er chiffre") ; rouge = 2 (dans la colonne "2ème chiffre") ; rouge = 00 (dans la colonne "zéro") ; or = 57, (dans la colonne "tolérance"). Nous obtenons ainsi le nombre 6 200, donc la résistance nominale est de 6 200 ohms et la tolérance de 5%. 2°- Exemple de lecture Couleurs : vert = 5, noir = 0, orange = 1000, pas de cercle = 2° Valeur : 50 000 ohms ; avec une tolérance de +/- 20%. Puissance dissipée La puissance dissipée n'est pas indiquée sur le corps de la résistance. Il est cependant possible de la connaître en se reportant aux dimensions géométriques que donne la figure 5. La puissance indiquée par les grandeurs géométriques de la résistance est appelée "puissance nominale" (voir paragraphe 2-3). Le diagramme de la figure 5 représente la courbe de la puissance que peut dissiper une résistance subminiature en fonction de la température ambiante variant entre 50 et 120°C. Jusqu'à 70° C environ, la puissance que l'on peut dissiper est égale à la puissance nominale (par exemple 0,25 W = 1/4 W). Au-dessus de 70° C la puissance disponible décroît jusqu'à atteindre une valeur nulle, lorsque la température extérieure devient égale à la limite de la température que la résistance peut atteindre. Il peut alors y avoir changement sensible dans la structure physique de cette résistance. En général dans les appareils à transistors, la température ne dépasse jamais 70° C ; ainsi la résistance pourra-elle dissiper toujours la puissance nominale indiquée pour laquelle elle a été construite. On peut trouver dans le commerce des résistances miniaturées de 1/2 - 1/4 -1/10 et 1/20 de Watt spécialement réalisées pour les appareils à transistors. Lorsque l'on ne connaît pas la puissance que devra dissiper la résistance, on prendra une agglomérée 1/2 W dont les dimensions sont déjà suffisamment réduites pour être utilisée dans un appareil à transistors. RESISTANCES REGLABLES (POTENTIOMETRES ET RHEOSTATS) La résistance réglable peut être obtenue en déplaçant un curseur sur une couche résistante ou sur un fil résistant bobiné. Si les extrémités de l'élément résistant et le curseur forment trois contacts sortis, nous avons affaire à un potentiomètre. Si au contraire le curseur est relié indirectement à l'un des deux contacts extrêmes, nous avons un Rhéostat qui ne présente que deux contacts sortis. Les récepteurs à transistors utilisent exclusivement les potentiomètres graphités des séries miniatures ou subminiatures nouvelle version, pour circuits imprimés ou de type classique. Le potentiomètre miniature ne diffère du potentiomètre classique, que par ses petites dimensions comme nous pouvons le voir en figure 6. Celui représenté à la figure 6a, est un potentiomètre classique avec interrupteur. En figure 6b, est aussi un potentiomètre classique avec écrous pour fixation sur un châssis métallique. Les exemples de la figure 6c et 6d sont respectivement des potentiomètres et rhéostats ajustables miniatures au graphite. THERMISTANCES Ce sont des résistances qui ont la propriété de varier d'une façon importante avec la température. Elles furent découvertes par la Bell Téléphone. Les constructeurs Européens ont adopté une dénomination bien appropriée "NTC" qui signifie que le coefficient de température de la résistance est négatif. Elles sont constituées par des oxydes de manganèse et de nickel qui ont la propriété d'avoir une valeur de résistance réglable, et permettant de corriger ou compenser la courbe de réception en haut de gamme (fréquences élevées). La miniaturisation des bobines, pour les fréquences radio (HF) et intermédiaires (FI) présente quelques difficultés. Plus la bobine est petite plus fin sera le fil de ses enroulements, d'où résultera une compensation automatique de la température. RESISTANCES V.D.R. Le sigle V.D.R. indique des résistances dont la particularité est de varier en fonction de la tension appliquée. Elles sont formées par un composé de silicium et de carbone et d'un liant céramique ; elles sont pressées pour former un corps cylindrique ou un disque. Des extrémités sont soudées pour former les pattes de connexion. Ces résistances ont la propriété de diminuer de valeur en fonction de la tension appliquée et possèdent également un coefficient de température négatif.

Les appareils à transistors offrent de grandes possibilités pour l'utilisation des condensateurs à basse tension, dans les séries miniature et subminiature. Dans un amplificateur à faible impédance d'entrée le condensateur de liaison doit présenter une grande capacité et d'autant plus grande que la fréquence que l'on désire transmettre est plus basse. Il y a seulement quelques années il était impossible de fabriquer des condensateurs de grande capacité sous un faible volume. Le perfectionnement des condensateurs électrochimiques aluminium et l'avènement des condensateurs au tantale et au polystyrène, ont résolu le problème du faible encombrement. Des progrès ont également été réalisés dans la fabrication des condensateurs miniaturisés, au papier, au mica, en céramique et des condensateurs variables à air.

Les condensateurs utilisés dans les appareils à tubes et à transistors peuvent être classés en deux catégories : 1° - Fixes ; 2° - Variables. Dans la deuxième catégorie on distingue encore les condensateurs "ajustables" ou "trimmers". CONDENSATEURS FIXES La figure 7 représente quelques exemples de condensateurs miniatures fixes comparés avec ceux des condensateurs classiques de papier pour appareils à tubes. Cela nous permet de mieux apprécier la réduction des dimensions réelles. La réduction de l'encombrement consiste essentiellement à réduire le volume du diélectrique. Ceci est possible dans les circuits à transistors parce que la tension d'isolement entre les armatures est faible et parce que les nouveaux matériaux utilisés comme diélectriques sont capables de supporter de grandes différences de potentiel sous de faibles épaisseurs sans qu'il se produise de "perforation". Les condensateurs fixes miniatures peuvent être classés en 5 groupes (figure 8) en fonction du diélectrique et des capacités que l'on désire obtenir. La figure 9 donne les indications des gammes de fréquences couvertes par ces condensateurs fixes des différentes catégories. Condensateurs à papier métallisé Les condensateurs à papier métallisé sont constitués de deux feuilles de papier servant de diélectrique. Sur chacune est déposée une pellicule de métal (aluminium). Cette pellicule n'est déposée que sur une face donnant ainsi une armature. Lors du montage autour du support, les deux feuilles seront appliquées l'une contre l'autre de façon que la face métallisée de l'une corresponde au côté non métallisé de l'autre. Les armatures sont ainsi isolées l'une de l'autre. Les connexions sont ensuite soudées séparément sur chaque armature. Les condensateurs représentés par la figure 10a diffèrent des précédents par le fait qu'on a déposé une pellicule métallique sur une face seulement d'une feuille de papier unique.

L'isolement entre les deux armatures est réalisé par des "crêneaux" non métallisés. Ainsi pour une valeur donnée de capacité ce condensateur sera moins encombrant. Condensateurs au polystyrène Ce type de condensateur vous est présenté en figure 10b et est constitué par deux armatures métalliques séparées par une ou plusieurs feuilles de polystyrène ; le tout est enroulé selon une spirale cylindrique. Il n'y a pas de grande différence avec les condensateurs au papier classiques, sinon que le diélectrique polystyrène présente une plus grande rigidité. Condensateurs électrolytiques à oxyde d'aluminium Les premiers condensateurs électrolytiques furent réalisés en Allemagne au début de la seconde guerre mondiale. Ils furent réalisés en utilisant une valeur élevée du rapport capacité/volume. Les condensateurs à oxyde d'aluminium sont constitués par les mêmes matériaux que ceux des condensateurs classiques. Ils sont constitués de deux feuilles d'aluminium donnant le pôle positif (anode) oxyde d'aluminium (diélectrique) électrolyte (glycol et tétraborate d'ammonium) une seconde feuille d'aluminium en contact avec l'électrolyte et formant le pôle négatif (cathode) La figure 10e donne l'aspect d'un tel condensateur électrolytique miniature. Dans le commerce nous pouvons trouver par exemple des condensateurs de 6µF (pour basse tension) dont le corps a 10mm de long pour un diamètre de 3mm. Les condensateurs de ce type, après leur fabrication, doivent être "formés" par un procédé électrolytique, étant donné qu'initialement il n'existe pas de diélectrique et que les armatures se trouvent en court-circuit à travers l'électrolyte. C'est le diélectrique (oxyde d'aluminium) qui permet l'isolement entre les armatures. Ainsi en appliquant une tension continue positive sur l'électrode positive (anode), un courant va circuler en déposant sur l'anode par électrolyse de l'oxyde d'aluminium. Il est nécessaire de respecter par la suite le sens de polarité pour ne pas détériorer le diélectrique. En effet si par erreur, on branche le condensateur à "envers", un processus inverse à celui de formation se produit et détruit définitivement le diélectrique. Condensateur au tantale Un nouveau type de condensateur électrochimique a été réalisé depuis peu de temps dont les parties essentielles sont les suivantes : Fragments de tantale se trouvant en contact avec le pôle positif (anode) Oxyde de tantale (diélectrique) formant l'enveloppe isolante interposée entre le tantale et l'électrolyte Acide sulfurique (électrolyte liquide) en contact avec le pôle négatif (cathode) La figure 10d représente la coupe schématique d'un tel condensateur. Récemment un condensateur électrochimique au tantale a été fabriqué avec un électrolyte à l'état solide. Les condensateurs de ce nouveau type ont une forme tubulaire et présentent une réduction sensible d'encombrement sur les précédents. CONDENSATEURS VARIABLES Ces condensateurs seront évidemment miniatures ou subminiatures en vue de leur emploi sur les appareils à transistors. Ils sont (voir figure 11) variables à air ou variables à mica avec trimmers. Les trimmers (compensateurs) sont des condensateurs ajustables de faible capacité, réglables à l'extérieur et permettant de compenser la courbe de réception en haut de gamme (fréquences élevées). La miniaturisation des bobines, pour les fréquences radio (HF) et intermédiaires (FI) présente quelques difficultés. Plus la bobine est petite plus fin sera le fil de ses enroulements, d'où résultera une augmentation de la résistance ohmique, apportant une diminution du coefficient de surtension. Pour obtenir quand même un bon "rendement" de la bobine, on utilise des noyaux ferromagnétiques (figure 12) qui limitent les fuites, augmentent la réactance et donnent un coefficient de surtension élevé. Ces noyaux sont généralement faits d'un matériau appelé "ferrite". La figure 13 représente les gammes de fréquences pouvant être couvertes avec les différents types de ferrites. Les figures 14a - 14b - 14c représentent quelques exemplaires de transformateurs HF et FI utilisés couramment dans les appareils à transistors. TRANSFORMATEURS BF L'encombrement d'un transformateur BF dépend de trois facteurs : du courant continu passant à travers l'enroulement de la puissance que ce transformateur doit transférer de la tension à délivrer. De l'intensité du courant dépend la section du fil ; de la puissance la section du noyau magnétique et de la tension, l'isolement qu'il sera nécessaire de prévoir entre enroulements. Sauf exception, les transformateurs employés dans les appareils à transistors sont miniatures (fig. 14d) Ils conservent tout de même une courbe de réponse en fréquence satisfaisante. Cette miniaturisation est également possible parce que les courants continus sont faibles (de l'ordre de quelques milliampères) et que les tensions utilisées avec les transistors sont basses (de 1,2 à 12 V). La puissance de sortie n'excède pas 1 W en général.

Dès la prochaine leçon, vous commencerez les exercices pratiques du cours et ferez d'intéressantes manipulations sur les transistors. Cette leçon a pour but de vous présenter le Transistor. Depuis 1948, année au cours de laquelle fut réalisé le premier Transistor à pointes, les semi-conducteurs connaissent un développement impressionnant, ce qui nous permet de penser que l'avenir réservera au transistor une place très importante, au moins équivalente à celle du tube électronique qui existe depuis bientôt un demi-siècle. Les Etats-Unis d'Amérique, les pays Européens, le Japon produisent chaque année des dizaines de millions d'appareils à transistors, et des centaines de millions de transistors ayant des caractéristiques bien particulières selon leur type. Il existe des transistors spécialement étudiés pour les très hautes fréquences (au-delà de 1.000 MHz), transistors pour hautes fréquences (appareils radio), transistors pour fréquences sonores (amplificateurs BF). De même, on peut classer les transistors selon leur puissance. La figure 1 montre quelques transistors grandeur nature. On examinera en particulier, le transistor SFT316 ; il donne une idée de l'encombrement réduit des transistors subminiatures. Naturellement, le SFT316 est utilisé uniquement comme étage amplificateur de faible puissance HT (de l'ordre du milliwatt), alors que le SFT212, a de dimensions un peu plus conséquentes ; sa puissance peut atteindre 4 Watts et peut être comparée au tube EL84. La diode OA202 est la seule subminiature, qui est également un dispositif à semi-conducteur, et le redresseur SFR 151 sont au silicium ; les autres diodes et transistors représentés à la figure 1 sont au germanium : la SFD 106 est une diode subminiature à pointe "tout verre". Nous allons examiner plus loin, les Transistors OC71 et SFT353. Ces transistors sont, en effet couramment utilisés dans les circuits des récepteurs radio et leurs caractéristiques nous serviront dans nos démonstrations. Tout d'abord, nous allons étudier le fonctionnement du transistor, et voir ce que nous pouvons attendre des résultats des essais pratiques.

Le développement est repris dans les leçons théoriques mais ici nous ne décrivons essentiellement du point de vue pratique. CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DES DIODES ET TRANSISTORS Matériaux utilisés - Germanium P. Germanium S. Ce sont ces conions la valeur de la résistance directe entre ÉMETTEUR et BASE (2500 à 3000) se maintient quasi constante ou diminue un peu (1000 à 1500), s'il s'agit d'un transistor A JONCTION. Le transistor en votre possession est quant à lui à Jonction. cristallin du germanium est appelée DOPAGE, (figure 2). On obtient ainsi deux types de germanium : le type P, le type N. Germanium type P : obtenu par l'introduction de quelques éléments d'in-diûn au germanium pur, ce qui détermine des charges positives libres. Germanium type K : de même l'introduction d'atomes d'arsenic de phosphore ou d'aluminium au germanium pur détermine l'apparition de charges négatives libres. Dans les deux cas, la présence d'impuretés augmente la conduction électrique du germanium. Le germanium P détermine la conduction par déplacement des charges positives (ou trous). Dans le germanium N, il s'agira d'une conduction par déplacement des charges négatives (ou électrons). Ces deux propriétés sont à la base du fonctionnement des diodes et transistors. Constitutions et fonctionnement des diodes au germanium Imaginons de mettre en contact deux blocs de germanium de types opposés (P et N) ; si la surface de contact, ou JONCTION, est assez grande (figure 3a), un grand nombre de charges libres dans le germanium P se neutralise en traversant la jonction par une quantité équivalente de charges libérées dans le germanium N.

A ce propos, rappelons que les charges électriques de signes opposés, positives et négatives, s'attirent et se neutralisent le dispositif par un système de connexions permettant le raccordement au circuit extérieur, c'est-à-dire mettons un conducteur en contact avec le germanium P (ANODE) et un autre conducteur en contact avec le germanium N (CATHODE) ; nous verrons se manifester les propriétés suivantes : la résistance DIRECTE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de l'anode à la cathode, est très petite (quelques centaines d'ohms) ; la résistance INVERSE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de la cathode à l'anode, est grande (quelques centaines de milliers d'ohms). Un autre dispositif, constitué d'un seul petit bloc de germanium N et d'une pointe métallique (figure 3b) présente des propriétés analogues. Faisons passer une impulsion de courant à travers la pointe sur le germanium, un point de contact ainsi formé détermine en cet endroit du germanium N une région P (positive) qui a les caractéristiques électriques du germanium P. Donc encore dans ce cas, on peut discerner une suite de régions analogues à celles du premier dispositif : l'anode (constituée par la pointe métallique elle-même, la région P, le germanium N et la cathode. Les dispositifs décrits sont appelés DIODES A SEMI-CONDUCTEURS, en particulier le premier est la DIODE A JONCTION et le second la DIODE A CONTACT A POINTE ou plus simplement DIODE A POINTE. Dans ces circuits, on peut trouver des fonctions analogues à celles des diodes à vide, par exemple, conduction dans un sens (de l'anode à la cathode), et non conduction dans le sens opposé (de la cathode à l'anode).

Dans la figure 3c, nous pouvons voir les signes graphiques couramment utilisés dans les schémas pour représenter les diodes à semi-conducteurs. Ainsi, la correspondance existe entre les diodes à semi-conducteurs et les tubes électroniques en se "rappelant toutefois que le courant électrique conventionnel dans une diode va toujours de l'anode à la Vg. Enfin, le courant appliqué à l'émetteur par rapport au collecteur, dans le circuit du collecteur, est réel (c'est-à-dire électrique) et opposé au courant conventionnel. Constitution du transistor au germanium Le transistor est constitué de trois petits blocs de germanium (figure 4a, figure 4d) connectés suivant l'une des dispositions suivantes : Germanium P, Germanium N, Germanium P (qui forment un transistor PHP au germanium) ou alors Germanium N, Germanium P, Germanium N (qui forment un transistor NPN au germanium) A chacun des petits blocs est appliqué un fil conducteur (arrivé au courant) pour le raccordement au circuit qui utilise le transistor. Le dispositif ainsi formé est toujours renfermé dans une capsule de protection de laquelle sortent les trois fils de connexions. Dans la représentation du transistor, on appelle ÉMETTEUR (E) le plus petit bloc (et sa sortie correspondante), BASE (B) le bloc central, et COLLECTEUR (C) le dernier bloc, qu'il s'agisse d'un transistor PNP (Germanium P - Germanium N - Germanium P) ou d'un transistor NPN (Germanium N - Germanium P - Germanium N). Dans un schéma, ils sont tous deux représentés par un symbole similaire où seul diffère le sens de la flèche indiquant l'émetteur. La figure 4c se rapporte à un transistor PNP et la figure 4f à un transistor HPN. Les transistors constitués comme précédemment sont dits transistors à JONCTION parce qu'entre émetteur et base, et entre base et collecteur existe une surface de contact assez large (jonction) qui sépare les germaniums de types différents comme dans les diodes à jonction. Mais nous pouvons aussi obtenir un transistor n'utilisant qu'un bloc de germanium de type P ou de type N (figure 4b et 4e). Dans ce cas, les connexions actives sont constituées de deux pointes, l'émetteur E et le collecteur C, et de la connexion du bloc qui forme la base (B). Comme pour les diodes à pointes, on parvient à "former" les transistors lors de leur fabrication en faisant passer des impulsions de courant entre émetteur et base et entre base et collecteur : par cette méthode, on crée dans le bloc de germanium, autour des pointes, des régions P (si le germanium est du type N) ou des régions N (si le germanium est du type P). Concluons les procédés de formation en indiquant les dispositions suivantes analogues à celles des transistors à jonctions : Région P (émetteur)Germanium N (base)Région P (collecteur) ou Région P (base)Germanium N (collecteur) Région N (collecteur) Les transistors de cette catégorie sont dits à CONTACTS A POINTES ou encore simplement A POINTES. Ils ne sont maintenant pratiquement plus utilisés dans les récepteurs radio pas plus que dans les amplificateurs portatifs, mais sont encore exploités dans les circuits ayant des caractéristiques bien particulières selon leur type. Il existe des transistors spécialement étudiés pour les très hautes fréquences (au-delà de 1.000 MHz), transistors pour hautes fréquences (appareils radio), transistors pour fréquences sonores (amplificateurs BF). De même, on peut classer les transistors selon leur puissance. La figure 1 montre quelques transistors grandeur nature. On examinera en particulier, le transistor SFT316 ; il donne une idée de l'encombrement réduit des transistors subminiatures. Naturellement, le SFT316 est utilisé uniquement comme étage amplificateur de faible puissance HT (de l'ordre du milliwatt), alors que le SFT212, a de dimensions un peu plus conséquentes ; sa puissance peut atteindre 4 Watts et peut être comparée au tube EL84. La diode OA202 est la seule subminiature, qui est également un dispositif à semi-conducteur, et le redresseur SFR 151 sont au silicium ; les autres diodes et transistors représentés à la figure 1 sont au germanium : la SFD 106 est une diode subminiature à pointe "tout verre". Nous allons examiner plus loin, les Transistors OC71 et SFT353. Ces transistors sont, en effet couramment utilisés dans les circuits des récepteurs radio et leurs caractéristiques nous serviront dans nos démonstrations. Tout d'abord, nous allons étudier le fonctionnement du transistor, et voir ce que nous pouvons attendre des résultats des essais pratiques.

Le développement est repris dans les leçons théoriques mais ici nous ne décrivons essentiellement du point de vue pratique. CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DES DIODES ET TRANSISTORS Matériaux utilisés - Germanium P. Germanium S. Ce sont ces conions la valeur de la résistance directe entre ÉMETTEUR et BASE (2500 à 3000) se maintient quasi constante ou diminue un peu (1000 à 1500), s'il s'agit d'un transistor A JONCTION. Le transistor en votre possession est quant à lui à Jonction. cristallin du germanium est appelée DOPAGE, (figure 2). On obtient ainsi deux types de germanium : le type P, le type N. Germanium type P : obtenu par l'introduction de quelques éléments d'in-diûn au germanium pur, ce qui détermine des charges positives libres. Germanium type K : de même l'introduction d'atomes d'arsenic de phosphore ou d'aluminium au germanium pur détermine l'apparition de charges négatives libres. Dans les deux cas, la présence d'impuretés augmente la conduction électrique du germanium. Le germanium P détermine la conduction par déplacement des charges positives (ou trous). Dans le germanium N, il s'agira d'une conduction par déplacement des charges négatives (ou électrons). Ces deux propriétés sont à la base du fonctionnement des diodes et transistors. Constitutions et fonctionnement des diodes au germanium Imaginons de mettre en contact deux blocs de germanium de types opposés (P et N) ; si la surface de contact, ou JONCTION, est assez grande (figure 3a), un grand nombre de charges libres dans le germanium P se neutralise en traversant la jonction par une quantité équivalente de charges libérées dans le germanium N.

A ce propos, rappelons que les charges électriques de signes opposés, positives et négatives, s'attirent et se neutralisent le dispositif par un système de connexions permettant le raccordement au circuit extérieur, c'est-à-dire mettons un conducteur en contact avec le germanium P (ANODE) et un autre conducteur en contact avec le germanium N (CATHODE) ; nous verrons se manifester les propriétés suivantes : la résistance DIRECTE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de l'anode à la cathode, est très petite (quelques centaines d'ohms) ; la résistance INVERSE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de la cathode à l'anode, est grande (quelques centaines de milliers d'ohms). Un autre dispositif, constitué d'un seul petit bloc de germanium N et d'une pointe métallique (figure 3b) présente des propriétés analogues. Faisons passer une impulsion de courant à travers la pointe sur le germanium, un point de contact ainsi formé détermine en cet endroit du germanium N une région P (positive) qui a les caractéristiques électriques du germanium P. Donc encore dans ce cas, on peut discerner une suite de régions analogues à celles du premier dispositif : l'anode (constituée par la pointe métallique elle-même, la région P, le germanium N et la cathode. Les dispositifs décrits sont appelés DIODES A SEMI-CONDUCTEURS, en particulier le premier est la DIODE A JONCTION et le second la DIODE A CONTACT A POINTE ou plus simplement DIODE A POINTE. Dans ces circuits, on peut trouver des fonctions analogues à celles des diodes à vide, par exemple, conduction dans un sens (de l'anode à la cathode), et non conduction dans le sens opposé (de la cathode à l'anode).

Dans la figure 3c, nous pouvons voir les signes graphiques couramment utilisés dans les schémas pour représenter les diodes à semi-conducteurs. Ainsi, la correspondance existe entre les diodes à semi-conducteurs et les tubes électroniques en se "rappelant toutefois que le courant électrique conventionnel dans une diode va toujours de l'anode à la cathode". Enfin, le courant appliqué à l'émetteur par rapport au collecteur, dans le circuit du collecteur, est réel (c'est-à-dire électrique) et opposé au courant conventionnel. Constitution du transistor au germanium Le transistor est constitué de trois petits blocs de germanium (figure 4a, figure 4d) connectés suivant l'une des dispositions suivantes : Germanium P, Germanium N, Germanium P (qui forment un transistor PHP au germanium) ou alors Germanium N, Germanium P, Germanium N (qui forment un transistor NPN au germanium) A chacun des petits blocs est appliqué un fil conducteur (arrivé au courant) pour le raccordement au circuit qui utilise le transistor. Le dispositif ainsi formé est toujours renfermé dans une capsule de protection de laquelle sortent les trois fils de connexions. Dans la représentation du transistor, on appelle ÉMETTEUR (E) le plus petit bloc (et sa sortie correspondante), BASE (B) le bloc central, et COLLECTEUR (C) le dernier bloc, qu'il s'agisse d'un transistor PNP (Germanium P - Germanium N - Germanium P) ou d'un transistor NPN (Germanium N - Germanium P - Germanium N). Dans un schéma, ils sont tous deux représentés par un symbole similaire où seul diffère le sens de la flèche indiquant l'émetteur. La figure 4c se rapporte à un transistor PNP et la figure 4f à un transistor HPN. Les transistors constitués comme précédemment sont dits transistors à JONCTION parce qu'entre émetteur et base, et entre base et collecteur existe une surface de contact assez large (jonction) qui sépare les germaniums de types différents comme dans les diodes à jonction. Mais nous pouvons aussi obtenir un transistor n'utilisant qu'un bloc de germanium de type P ou de type N (figure 4b et 4e). Dans ce cas, les connexions actives sont constituées de deux pointes, l'émetteur E et le collecteur C, et de la connexion du bloc qui forme la base (B). Comme pour les diodes à pointes, on parvient à "former" les transistors lors de leur fabrication en faisant passer des impulsions de courant entre émetteur et base et entre base et collecteur : par cette méthode, on crée dans le bloc de germanium, autour des pointes, des régions P (si le germanium est du type N) ou des régions N (si le germanium est du type P). Concluons les procédés de formation en indiquant les dispositions suivantes analogues à celles des transistors à jonctions : Région P (émetteur)Germanium N (base)Région P (collecteur) ou Région P (base)Germanium N (collecteur) Région N (collecteur) Les transistors de cette catégorie sont dits à CONTACTS A POINTES ou encore simplement A POINTES. Ils ne sont maintenant pratiquement plus utilisés dans les récepteurs radio pas plus que dans les amplificateurs portatifs, mais sont encore exploités dans les circuits ayant des caractéristiques bien particulières selon leur type. Il existe des transistors spécialement étudiés pour les très hautes fréquences (au-delà de 1.000 MHz), transistors pour hautes fréquences (appareils radio), transistors pour fréquences sonores (amplificateurs BF). De même, on peut classer les transistors selon leur puissance. La figure 1 montre quelques transistors grandeur nature. On examinera en particulier, le transistor SFT316 ; il donne une idée de l'encombrement réduit des transistors subminiatures. Naturellement, le SFT316 est utilisé uniquement comme étage amplificateur de faible puissance HT (de l'ordre du milliwatt), alors que le SFT212, a de dimensions un peu plus conséquentes ; sa puissance peut atteindre 4 Watts et peut être comparée au tube EL84. La diode OA202 est la seule subminiature, qui est également un dispositif à semi-conducteur, et le redresseur SFR 151 sont au silicium ; les autres diodes et transistors représentés à la figure 1 sont au germanium : la SFD 106 est une diode subminiature à pointe "tout verre". Nous allons examiner plus loin, les Transistors OC71 et SFT353. Ces transistors sont, en effet couramment utilisés dans les circuits des récepteurs radio et leurs caractéristiques nous serviront dans nos démonstrations. Tout d'abord, nous allons étudier le fonctionnement du transistor, et voir ce que nous pouvons attendre des résultats des essais pratiques.

Le développement est repris dans les leçons théoriques mais ici nous ne décrivons essentiellement du point de vue pratique. CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DES DIODES ET TRANSISTORS Matériaux utilisés - Germanium P. Germanium S. Ce sont ces conions la valeur de la résistance directe entre ÉMETTEUR et BASE (2500 à 3000) se maintient quasi constante ou diminue un peu (1000 à 1500), s'il s'agit d'un transistor A JONCTION. Le transistor en votre possession est quant à lui à Jonction. cristallin du germanium est appelée DOPAGE, (figure 2). On obtient ainsi deux types de germanium : le type P, le type N. Germanium type P : obtenu par l'introduction de quelques éléments d'in-diûn au germanium pur, ce qui détermine des charges positives libres. Germanium type K : de même l'introduction d'atomes d'arsenic de phosphore ou d'aluminium au germanium pur détermine l'apparition de charges négatives libres. Dans les deux cas, la présence d'impuretés augmente la conduction électrique du germanium. Le germanium P détermine la conduction par déplacement des charges positives (ou trous). Dans le germanium N, il s'agira d'une conduction par déplacement des charges négatives (ou électrons). Ces deux propriétés sont à la base du fonctionnement des diodes et transistors. Constitutions et fonctionnement des diodes au germanium Imaginons de mettre en contact deux blocs de germanium de types opposés (P et N) ; si la surface de contact, ou JONCTION, est assez grande (figure 3a), un grand nombre de charges libres dans le germanium P se neutralise en traversant la jonction par une quantité équivalente de charges libérées dans le germanium N.

A ce propos, rappelons que les charges électriques de signes opposés, positives et négatives, s'attirent et se neutralisent le dispositif par un système de connexions permettant le raccordement au circuit extérieur, c'est-à-dire mettons un conducteur en contact avec le germanium P (ANODE) et un autre conducteur en contact avec le germanium N (CATHODE) ; nous verrons se manifester les propriétés suivantes : la résistance DIRECTE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de l'anode à la cathode, est très petite (quelques centaines d'ohms) ; la résistance INVERSE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de la cathode à l'anode, est grande (quelques centaines de milliers d'ohms). Un autre dispositif, constitué d'un seul petit bloc de germanium N et d'une pointe métallique (figure 3b) présente des propriétés analogues. Faisons passer une impulsion de courant à travers la pointe sur le germanium, un point de contact ainsi formé détermine en cet endroit du germanium N une région P (positive) qui a les caractéristiques électriques du germanium P. Donc encore dans ce cas, on peut discerner une suite de régions analogues à celles du premier dispositif : l'anode (constituée par la pointe métallique elle-même, la région P, le germanium N et la cathode. Les dispositifs décrits sont appelés DIODES A SEMI-CONDUCTEURS, en particulier le premier est la DIODE A JONCTION et le second la DIODE A CONTACT A POINTE ou plus simplement DIODE A POINTE. Dans ces circuits, on peut trouver des fonctions analogues à celles des diodes à vide, par exemple, conduction dans un sens (de l'anode à la cathode), et non conduction dans le sens opposé (de la cathode à l'anode).

Dans la figure 3c, nous pouvons voir les signes graphiques couramment utilisés dans les schémas pour représenter les diodes à semi-conducteurs. Ainsi, la correspondance existe entre les diodes à semi-conducteurs et les tubes électroniques en se "rappelant toutefois que le courant électrique conventionnel dans une diode va toujours de l'anode à la cathode". Enfin, le courant appliqué à l'émetteur par rapport au collecteur, dans le circuit du collecteur, est réel (c'est-à-dire électrique) et opposé au courant conventionnel. Constitution du transistor au germanium Le transistor est constitué de trois petits blocs de germanium (figure 4a, figure 4d) connectés suivant l'une des dispositions suivantes : Germanium P, Germanium N, Germanium P (qui forment un transistor PHP au germanium) ou alors Germanium N, Germanium P, Germanium N (qui forment un transistor NPN au germanium) A chacun des petits blocs est appliqué un fil conducteur (arrivé au courant) pour le raccordement au circuit qui utilise le transistor. Le dispositif ainsi formé est toujours renfermé dans une capsule de protection de laquelle sortent les trois fils de connexions. Dans la représentation du transistor, on appelle ÉMETTEUR (E) le plus petit bloc (et sa sortie correspondante), BASE (B) le bloc central, et COLLECTEUR (C) le dernier bloc, qu'il s'agisse d'un transistor PNP (Germanium P - Germanium N - Germanium P) ou d'un transistor NPN (Germanium N - Germanium P - Germanium N). Dans un schéma, ils sont tous deux représentés par un symbole similaire où seul diffère le sens de la flèche indiquant l'émetteur. La figure 4c se rapporte à un transistor PNP et la figure 4f à un transistor HPN. Les transistors constitués comme précédemment sont dits transistors à JONCTION parce qu'entre émetteur et base, et entre base et collecteur existe une surface de contact assez large (jonction) qui sépare les germaniums de types différents comme dans les diodes à jonction. Mais nous pouvons aussi obtenir un transistor n'utilisant qu'un bloc de germanium de type P ou de type N (figure 4b et 4e). Dans ce cas, les connexions actives sont constituées de deux pointes, l'émetteur E et le collecteur C, et de la connexion du bloc qui forme la base (B). Comme pour les diodes à pointes, on parvient à "former" les transistors lors de leur fabrication en faisant passer des impulsions de courant entre émetteur et base et entre base et collecteur : par cette méthode, on crée dans le bloc de germanium, autour des pointes, des régions P (si le germanium est du type N) ou des régions N (si le germanium est du type P). Concluons les procédés de formation en indiquant les dispositions suivantes analogues à celles des transistors à jonctions : Région P (émetteur)Germanium N (base)Région P (collecteur) ou Région P (base)Germanium N (collecteur) Région N (collecteur) Les transistors de cette catégorie sont dits à CONTACTS A POINTES ou encore simplement A POINTES. Ils ne sont maintenant pratiquement plus utilisés dans les récepteurs radio pas plus que dans les amplificateurs portatifs, mais sont encore exploités dans les circuits ayant des caractéristiques bien particulières selon leur type. Il existe des transistors spécialement étudiés pour les très hautes fréquences (au-delà de 1.000 MHz), transistors pour hautes fréquences (appareils radio), transistors pour fréquences sonores (amplificateurs BF). De même, on peut classer les transistors selon leur puissance. La figure 1 montre quelques transistors grandeur nature. On examinera en particulier, le transistor SFT316 ; il donne une idée de l'encombrement réduit des transistors subminiatures. Naturellement, le SFT316 est utilisé uniquement comme étage amplificateur de faible puissance HT (de l'ordre du milliwatt), alors que le SFT212, a de dimensions un peu plus conséquentes ; sa puissance peut atteindre 4 Watts et peut être comparée au tube EL84. La diode OA202 est la seule subminiature, qui est également un dispositif à semi-conducteur, et le redresseur SFR 151 sont au silicium ; les autres diodes et transistors représentés à la figure 1 sont au germanium : la SFD 106 est une diode subminiature à pointe "tout verre". Nous allons examiner plus loin, les Transistors OC71 et SFT353. Ces transistors sont, en effet couramment utilisés dans les circuits des récepteurs radio et leurs caractéristiques nous serviront dans nos démonstrations. Tout d'abord, nous allons étudier le fonctionnement du transistor, et voir ce que nous pouvons attendre des résultats des essais pratiques.

Le développement est repris dans les leçons théoriques mais ici nous ne décrivons essentiellement du point de vue pratique. CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DES DIODES ET TRANSISTORS Matériaux utilisés - Germanium P. Germanium S. Ce sont ces conions la valeur de la résistance directe entre ÉMETTEUR et BASE (2500 à 3000) se maintient quasi constante ou diminue un peu (1000 à 1500), s'il s'agit d'un transistor A JONCTION. Le transistor en votre possession est quant à lui à Jonction. cristallin du germanium est appelée DOPAGE, (figure 2). On obtient ainsi deux types de germanium : le type P, le type N. Germanium type P : obtenu par l'introduction de quelques éléments d'in-diûn au germanium pur, ce qui détermine des charges positives libres. Germanium type K : de même l'introduction d'atomes d'arsenic de phosphore ou d'aluminium au germanium pur détermine l'apparition de charges négatives libres. Dans les deux cas, la présence d'impuretés augmente la conduction électrique du germanium. Le germanium P détermine la conduction par déplacement des charges positives (ou trous). Dans le germanium N, il s'agira d'une conduction par déplacement des charges négatives (ou électrons). Ces deux propriétés sont à la base du fonctionnement des diodes et transistors. Constitutions et fonctionnement des diodes au germanium Imaginons de mettre en contact deux blocs de germanium de types opposés (P et N) ; si la surface de contact, ou JONCTION, est assez grande (figure 3a), un grand nombre de charges libres dans le germanium P se neutralise en traversant la jonction par une quantité équivalente de charges libérées dans le germanium N.

A ce propos, rappelons que les charges électriques de signes opposés, positives et négatives, s'attirent et se neutralisent le dispositif par un système de connexions permettant le raccordement au circuit extérieur, c'est-à-dire mettons un conducteur en contact avec le germanium P (ANODE) et un autre conducteur en contact avec le germanium N (CATHODE) ; nous verrons se manifester les propriétés suivantes : la résistance DIRECTE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de l'anode à la cathode, est très petite (quelques centaines d'ohms) ; la résistance INVERSE, celle qui s'oppose au passage d'un courant continu de la cathode à l'anode, est grande (quelques centaines de milliers d'ohms). Un autre dispositif, constitué d'un seul petit bloc de germanium N et d'une pointe métallique (figure 3b) présente des propriétés analogues. Faisons passer une impulsion de courant à travers la pointe sur le germanium, un point de contact ainsi formé détermine en cet endroit du germanium N une région P (positive) qui a les caractéristiques électriques du germanium P. Donc encore dans ce cas, on peut discerner une suite de régions analogues à celles du premier dispositif : l'anode (constituée par la pointe métallique elle-même, la région P, le germanium N et la cathode. Les dispositifs décrits sont appelés DIODES A SEMI-CONDUCTEURS, en particulier le premier est la DIODE A JONCTION et le second la DIODE A CONTACT A POINTE ou plus simplement DIODE A POINTE. Dans ces circuits, on peut trouver des fonctions analogues à celles des diodes à vide, par exemple, conduction dans un sens (de l'anode à la cathode), et non conduction dans le sens opposé (de la cathode à l'anode).

Dans la figure 3c, nous pouvons voir les signes graphiques couramment utilisés dans les schémas pour représenter les diodes à semi-conducteurs. Ainsi, la correspondance existe entre les diodes à semi-conducteurs et les tubes électroniques en se "rappelant toutefois que le courant électrique convention

permettre d'utiliser, dans ces dernières années, une très forte orientation des appareurs vers la normalisation des composants électroniques en particulier en ce qui concerne les résistances et les capacités. Vous connaissez (ou vous avez eu) sans doute les premiers levons le code de couleur : vous devez donc pouvoir "repérer" dans un lot de condensateurs quel est celui qui correspond à vos besoins. Pour cela, nous avons élaboré une série de matérielles, les condensateurs céramiques marqués par un code. Ce code primordial pour votre future carrière de technicien CODE DE COULEUR (OU DES CONDENSATEURS) je vous donne dans le tableau ci-dessus, les indications nécessaires au repérage des valeurs des condensateurs. Les condensateurs peuvent comporter, selon les cas cinq, quatre ou trois bagues seulement. 1) Cas où le condensateur comporte cinq bagues (cas des condensateurs plaquette ou disque) 1ère bague (du côté des connexions de sortie) : coefficient de température. 2ème bague (en suivant) : 1er chiffre significatif 3ème bague : 2ème chiffre significatif 4ème bague : nombre de zéros (représenté dans le tableau ci-dessus par le terme "multiplicateur") 5ème bague : tolérance Exemple : condensateur disque comportant les bagues suivantes (en partant des connexions) : Rouge - Rouge - Orange - Rouge On a donc un condensateur dont le coefficient de température est négatif et égal à : -75 Sa valeur est : " $2 \cdot 2\ 000$ ", c'est-à-dire $22\ 000\text{ pF}$ Sa tolérance est ± 25 Remarque sur le coefficient de température : la formule donnant la valeur du condensateur Ct à la température t° C par rapport à la valeur Co de ce même condensateur à 0° C est : $Ct = Co(1 + \alpha t / 10^6)$ Où t est exprimé en degré centigrade et α est le coefficient de température (α , peut être positif, nul ou négatif) Dans le cas où α est positif, la valeur du condensateur croît avec la température. Si α est nul la valeur du condensateur est indépendante de la température. Si α est négatif sa valeur décroît lorsque la température augmente. 2) Cas où le condensateur comporte quatre bagues (voir tableau) 1ère bague : 1er chiffre significatif 2ème bague : 2ème chiffre significatif 3ème bague : nombre de zéros (multiplicateur) 4ème bague : tolérance Exemple : $4\ 700\text{ pF} \pm 10$ % sera repéré par les bagues : Jaune (bague large) - Violet - Rouge - Blanc 3) Cas où le condensateur ne comporte que trois bagues (plaquette, disque, tubulaire etc...) 1ère bague : 1er chiffre significatif 2ème bague : 2ème chiffre significatif 3ème bague : nombre de zéros (multiplicateur) Exemple : $50\ 000\text{ pF}$ sera repéré par : Vert - Noir - Orange MARQUAGE DOUTEUX Les condensateurs sont marqués par des machines automatiques.

La variation de la température, peut faire varier le coefficient α du papier. Dans le cas (très rare heureusement), où α a une suite sur la valeur vraie, vous pouvez tester votre condensateur à l'aide de votre contrôleur universel LK001. Réglez la température à 20,000°C. La valeur vraie du condensateur est de 20,000 pF. Vous pouvez tout aussi bien recevoir (et utiliser), un condensateur marqué en normalisé 22,000 pF. Tous les deux étant à $\pm 20\%$, la différence est négligeable. Vous pouvez de même sur les schémas pratiques de câblage, ou les schémas électriques, voir des différences dans les valeurs reçues ou dans l'aspect extérieur des composants. Vous devez bien vous douter qu'il peut y avoir plusieurs "présentations" extérieures d'un même composant et que sa valeur peut aussi varier. En particulier, vous pouvez recevoir des condensateurs papier à 40kpf (ou 50kpf) en lieu et place de condensateurs céramiques 47kpf ou 50kpf. Les fréquences en jeu n'intervenant pas, le condensateur papier peut tout aussi bien remplacer un condensateur céramique. Ne soyez donc pas étonné de câbler un condensateur céramique de 50kpf, quand vous "voyez" sur le schéma que le condensateur indiqué est au papier et à peu près 40kpf ! Les résultats obtenus sont très peu différents en pratique. Ce cours de Transistor est accompagné d'un matériel de fabrication industrielle classique : vous utiliserez, à l'usage des techniciens du laboratoire, des pièces d'acier. Vous devez donc adapter au mieux les méthodes indiquées, qui s'appliquent au montage en plastique, à l'usage pratique. Vous ne réalisez pas ici des montages "copies serviles" d'un matériel, mais vous suivez une étude qui vous demande de faire des modifications et d'appréhender le nouveau matériel existant. Vous présentez, comme évolution de l'amplificateur à tubes, un montage à transistors. En général, un amplificateur à tubes est plus simple à monter qu'un système de réaction entre la sortie et l'entrée. Sous cet aspect l'OSCILLATEUR A DÉPHASAGE que vous construisez au cours de la présente leçon est un exemple typique qui se prête bien à illustrer comment on peut obtenir à partir d'un amplificateur élémentaire un circuit beaucoup plus complexe, permettant des applications plus intéressantes. Après avoir construit et testé le nouveau circuit expérimental, vous étudiez ce circuit et son fonctionnement. Je vais donc vous indiquer tout d'abord les opérations de montage. PRÉPARATION DE LA PLAQUETTE Pour pouvoir réaliser le nouveau circuit expérimental, il est nécessaire de démonter entièrement le circuit existant sur la plaquette 1. Pour dessouder le transistor, je vous conseille fortement de bien serrer les sorties entre les bords d'une pince plate pendant le dessoudage. Retirez également le potentiomètre P1 = 500 Ω et les bornes montées en F5 et F6. Les bornes F2 et F3 seront laissées en place. MONTAGE MÉCANIQUE Le montage mécanique est très simple. Montez dans le

Ne soudez qu'en R et F2. 20 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 4 et CA 3. Soudure aux deux points.

35 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 7 et CA 13. Soudure aux trois points. 20 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 13, CA 14 et CA 15. Soudure aux trois points. 20 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 20 et CA 29. Ne soudez qu'en CA 20. 30 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 22 et CA 24. Ne soudez qu'en CA 22. 30 mm environ de fil de cuivre nu étamé entre les oreilles des cosses CA 24 et CA 26. Soudure aux deux points.

Les câbles en fil de cuivre nu étamé sont terminés ; vous prendrez maintenant du fil de câblage isolé pour poursuivre le travail.

Câbles 45 mm environ de fil de câblage entre les oreilles des cosses CA 29 et CA 32. Soudure aux deux points. 45 mm environ de fil de câblage entre les oreilles des cosses CA 18 et CA 21.

Soudez aux deux points. 55 mm environ de fil de câblage entre les œillets des cosses CA 31 et CA 12. Ne soudez qu'en CA 31. 55 mm environ de fil de câblage entre les œillets des cosses CA 12 et CA 27. Soudez aux deux points. 30 mm environ de fil de câblage entre l'œillet de CA 27 et la borne noire F3. Ne soudez qu'un CA 27. 60 mm environ de fil de câblage entre la borne noire F3 et l'œillet de CA 20. Soudez aux deux points. soudez enfin 105 mm environ de fil de câblage entre la languette de CA 21 et l'œillet de CA 30. Soudez aux deux points. Voici terminée la première phase de câblage de la plaquette, celle qui est relative aux connexions entre les différentes cosses (figure 2). Vous allez passer à la seconde phase qui se rapporte à la disposition des éléments électriques du circuit entre les languettes des cosses : câbler entre les cosses CA 1 et CA 18 la résistance R12 = 47kΩ (jaune - violet - orange). Soudez aux deux points. soudez entre les cosses CA 5 et CA 22 la résistance R13 = 2,7kΩ (rouge - violet - rouge). Soudez aux deux points. câbler entre les cosses CA 7 et CA 24 le condensateur C5 = 20,000pF (20kpf). Soudez aux deux points. Vous devrez apporter une attention particulière au soudage des différents condensateurs qui devront être soudés plusieurs fois dans la suite du cours. Il faut en effet éviter absolument tout contact de la panne du fer à souder avec la matière isolante du condensateur. Câbler encore entre les cosses CA 9 et CA 26 le condensateur C1 = 40,000 pF (40kpf) (ou 50kpf). Soudez aux deux points. entre les cosses CA 10 et CA 27 la résistance R9 = 1,5kΩ (marron - vert - rouge). Soudez aux deux points. entre les cosses CA 11 et CA 28 le condensateur C2 = 40kpf (ou 50kpf). Soudez aux deux points. entre les cosses CA 12 et CA 29 la résistance R10 = 1,5kΩ (marron - vert - rouge). Soudez aux deux points. entre les cosses CA 13 et CA 30 le condensateur C4 = 40kpf (ou 50kpf).

entre les cosse CA 14 et CA 31 la résistance R11 = 1,5k Ω (marron - vert - rouge). Soudez aux deux points, câblez enfin entre les cosse CA 15 et CA 32 le condensateur C3 de 40kpF (ou 50kpF). Soudez aux deux points. Voici terminé le montage électrique du circuit de l'oscillateur BF ; contrôlez attentivement votre réalisation d'après la figure 3.

Maintenant il ne reste plus qu'à connecter la torsade d'alimentation et comme le fil vert n'est pas utilisé pour le moment, vous pouvez le retirer de la torsade. Soudez le fil rouge de la torsade sur la languette de CA 20 et le fil noir sur celle de CA 21 (figure 3). Vous devez soudé maintenant le transistor sur la face externe de la plaquette. La sortie de collecteur sera soudée dans l'œillet de CA 22, celle de base dans l'œillet de CA 21 et celle d'émetteur dans l'œillet CA 20.

Les connexions sont visibles sur la figure 4. Durant le soudage, évitez de surchauffer le transistor en serrant chaque sortie à souder dans les bords d'une pince plate. Enfin, enfin, un bouton plastique sur l'axe de commande du potentiomètre.

CONTRÔLE VOTRE FONCTIONNEMENT : il est nécessaire de contrôler attentivement le montage que vous venez de réaliser afin d'éliminer les erreurs possibles. Je vous indique maintenant les points de vérification. PLAQUETTE 1 CA 1 œillet fil de cuivre nu allant à I et C du potentiomètre P2 languette sortie de la résistance R12 = 47k Ω CA 4 œillet fil nu allant à P de P2fil nu allant à CA 5 languette fil noir de la torsade d'alimentation CA 5 œillet fil nu allant à CA 4 languette sortie de la résistance R13 = 2,7k Ω CA 7 œillet fil nu allant à borne rouge F2 languette sortie de C5 = 20k Ω (ou 25k Ω) CA 9 œillet fil nu allant à CA 10 languette sortie de C1 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 10 œillet fil nu allant à CA 9fil nu allant à CA 11 languette sortie de la résistance R9 = 1,5k Ω CA 11 œillet fil nu allant à CA 10 languette sortie du condensateur C2 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 12 œillet connexion isolée allant à CA 27connexion isolée allant à CA 31 languette sortie de la résistance R10 = 1,5k Ω CA 13 œillet fil nu allant à CA 14 languette sortie du condensateur C4 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 14 œillet fil nu allant à CA 13fil nu allant à CA 15 languette sortie de la résistance R11 = 1,5k Ω CA 15 œillet fil nu allant à CA 14 languette sortie du condensateur C3 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 18 œillet connexion isolée allant à CA 21 languette sortie de la résistance R12 = 47k Ω CA 20 œillet connexion isolée allant à la borne noire F3sortie E du transistor languette fil rouge de la torsade d'alimentation CA 21 œillet connexion isolée allant à CA 18sortie B du transistor languette connexion isolée allant à CA 30 CA 22 œillet fil nu allant à CA 24sortie C du transistor languette sortie de la résistance R13 = 2,7k Ω CA 24 œillet fil nu allant à CA 22fil nu allant à CA 23 languette sortie du condensateur C5 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 27 œillet connexion isolée allant à la borne noire F3connexion isolée allant à CA 12 languette sortie de la résistance R9 = 1,5k Ω CA 28 œillet fil nu allant à CA 29 languette sortie du condensateur C4 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 29 œillet fil nu allant à CA 28connexion isolée allant à CA 32 languette sortie de la résistance R10 = 1,5k Ω CA 30 œillet connexion isolée allant à CA 21 languette sortie du condensateur C4 = 40k Ω (ou 50k Ω) CA 31 œillet connexion isolée allant à CA 12 languette sortie de la résistance R11 = 1,5k Ω CA 32 œillet connexion isolée allant à CA 29 languette sortie du condensateur C3 = 40k Ω (ou 50k Ω) Cosse I fil nu allant à CA 1fil nu allant à cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 3 cosse I de P2 Cosse F fil nu allant à CA 4 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 5 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 6 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 7 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 8 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 9 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 10 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 11 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 12 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 13 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 14 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 15 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 16 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 17 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 18 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 19 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 20 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 21 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 22 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 23 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 24 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 25 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 26 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 27 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 28 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 29 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 30 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 31 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 32 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 33 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 34 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 35 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 36 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 37 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 38 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 39 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 40 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 41 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 42 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 43 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 44 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 45 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 46 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 47 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 48 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 49 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 50 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 51 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 52 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 53 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 54 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 55 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 56 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 57 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 58 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 59 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 60 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 61 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 62 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 63 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 64 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 65 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 66 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 67 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 68 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 69 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 70 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 71 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 72 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 73 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 74 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 75 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 76 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 77 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 78 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 79 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 80 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 81 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 82 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 83 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 84 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 85 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 86 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 87 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 88 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 89 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 90 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 91 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 92 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 93 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 94 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 95 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 96 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 97 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 98 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 99 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 100 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 101 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 102 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 103 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 104 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 105 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 106 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 107 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 108 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 109 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 110 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 111 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 112 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 113 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 114 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 115 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 116 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 117 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 118 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 119 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 120 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 121 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 122 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 123 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 124 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 125 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 126 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 127 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 128 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 129 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 130 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 131 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 132 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 133 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 134 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 135 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 136 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 137 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 138 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 139 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 140 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 141 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 142 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 143 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 144 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 145 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 146 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 147 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 148 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 149 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 150 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 151 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 152 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 153 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 154 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 155 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 156 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 157 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 158 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 159 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 160 cosse C de P2 Cosse C fil nu allant à CA 161 cosse C de P2 Cosse C

accrocher également la plaque de base et en connectant la pince crocodile rouge au pôle positif du générateur BF au pôle négatif.

Le réglage de P2 dans le circuit de polarisation doit être effectué avec une indication qui devra correspondre normalement, entre 0,4 V et 1,2 volts alternatif. Repérez cette position qui ne devra pas être modifiée ultérieurement. Pour pouvoir contrôler la valeur des tensions entre collecteur et masse et entre base et masse, le contrôleur devra être commuté en mesure de tensions continues et sa borne positive négative à la borne n°3 de la plaquette. En portant la pince négative sur la cosse CA 22, vous devez trouver une valeur de tension comprise entre 1 V et 1,8 V (tension de collecteur). En testant en CA 21, vous noterez une très faible indication (environ 0,1V) correspondant à la tension de base. TEST D'ECOUTE Vous pouvez maintenant rendre audible le signal présent entre les bornes F2 et F3. Si vous disposez d'un casque téléphonique d'impédance comprise entre 1000 et 2000Ω par écouteur, vous pouvez l'insérer directement entre les bornes de la plaquette : vous entendrez une note dont la fréquence est comprise entre 800 et 1000 Hz. Si vous ne disposez pas de casque, vous pouvez injecter le signal produit par votre oscilloscope sur la prise P1 d'un récepteur radio. La borne noire devra être connectée à la masse de l'appareil et la rouge à la prise d'entrée "sensible" P.U. Le récepteur devra être préalablement commuté en position P.U. par le commutateur de gammes. Vous pouvez naturellement utiliser l'appareil récepteur du cours de Radio, que ce soit le type à modulation d'amplitude ou celui à modulation de fréquence. La localisation de la broche "sensible" de la prise P.U. d'un appareil différent est très facile. Il suffit d'introduire un petit tournevis dont la pointe fait contact avec la broche sensible et de faire varier la commande de volume du récepteur. Editez-vous contre autre chose ?

Editions de la consigne de la tension de base générée à la prise P2. Vous pouvez entendre dans le haut-parleur du poste le signal fourni par l'oscillateur BF, que vous réglerez à une audition convenable par manœuvre de la commande de volume du récepteur. Voici terminé l'état de fonctionnement du nouveau circuit expérimental : vous pouvez maintenant débrancher la pile et le récepteur ou si vous le souhaitez, les casques. APPLICATIONS Vous trouverez, dans le haut-parleur, des nombreuses utilisations possibles de cet oscillateur. Les transmissions des radio-amateurs en graphie nécessitent un oscilloscope phonique. Si vous êtes l'un de ceux-là, vous pouvez utiliser votre oscilloscope à cette fin.

Pour cela, il vous suffit de déplacer le fil noir de la torsade d'alimentation de CA 4 à l'oillet de CA 3 et de connecter le manipulateur télégraphique entre l'antenne de CA 3 et CA 4. Le générateur BF pourra également être utilisé pour l'alimentation en signal BF des "points de mesures" pour résistances, capacités et inductances. Nous aurons l'occasion de voir ces systèmes dans un prochain leçon quand vous réaliserez ces dispositifs et effectuerez un cycle complet de mesures.

L'ETAT DE CONTRÔLE peut encore être d'un grand secours pour contrôler et mesurer un amplificateur BF, etc., etc... OSCILLATEUR A DEPHASAGE - CIRCUIT ET PRINCIPE Avant d'étudier le fonctionnement de l'appareil, nous devrions nous intéresser son schéma électrique, dessiné en figure 7. Ce schéma se compose de deux circuits fondamentaux : L'ETAT DE CONTRÔLE ET REACTION. Ces deux circuits sont étroitement liés et leur étude sera faite séparément. Nous verrons qu'ils ont des caractéristiques communes mais qui n'est pas tout à fait identique à celui étudié dans la première partie. Nous allons maintenant passer à l'étude de la pratique de ces deux circuits. Ils ont quelques différences. Dans le circuit de la figure 11 de la pratique 4, le courant de base dépend de la TENSION DELIVREE PAR LE CURSEUR P1. Le réglage de P1 fait varier la tension, donc le courant de polarisation de base. Dans le circuit de la figure 6, le courant de base dépend directement de la VALEUR DE LA RESISTANCE DU RHEOSTAT P2. Le réglage de P2 fait varier la résistance du circuit de polarisation, et par conséquent le courant de polarisation. Les deux circuits sont équivalents, puisque l'un comme l'autre, ils peuvent être réglés, par manœuvre du potentiomètre, pour obtenir le point de fonctionnement convenable. La tension d'utilisation du circuit de la figure 11 de la pratique 4 est prélevée aux bornes de la résistance du circuit, alors que dans le circuit de la figure 6, elle est prise entre émetteur et collecteur. En réalité, il s'agit toujours du POTENTIEL de COLLECTEUR, référencé dans le premier cas au pôle NEGATIF DE LA PILE, et dans le second cas, au pôle POSITIF. Toutefois la tension entre le collecteur et le pôle négatif et la tension entre le collecteur et le pôle positif sont constamment en opposition de phase. En effet la première est positive et la seconde négative. Mais comme elles dépendent du même courant d'entrée, elles présentent la même VARIATION et peuvent donc toutes deux représenter la tension d'utilisation de l'amplificateur. Une autre remarque importante est que dans le circuit de la figure 6, le courant d'entrée est négatif, c'est-à-dire qu'il est entrainé vers le pôle négatif de la pile, tandis que dans le circuit de la figure 11, le courant d'entrée est positif, c'est-à-dire qu'il est entrainé vers le pôle positif de la pile.

Il faut noter que dans le circuit de la figure 6, le courant alternatif puisse extraire et que le circuit d'utilisation ne perturbe pas les valeurs de tensions et courants continus de l'oscillateur. De la comparaison faite ici, vous pouvez conclure que le circuit de la figure 6 est semblable à celui de l'amplificateur en émetteur commun étudié à la 4ème leçon pratique et donc par principe doit fonctionner exactement de la même façon. CIRCUIT DE DEPHASAGE ET REACTION Le circuit mis en évidence sur le schéma de la figure 7 représente un nouvel élément. Il réunit la sortie de l'amplificateur à l'entrée par une série de condensateurs C1, C2, C3 et C4 qui ont pour but de reporter dans le circuit de base les variations correspondantes à celles du courant de collecteur. Tout d'abord, je vous rappellerai que les condensateurs ne laissent passer que les courants alternatifs et donc leur adjonction dans le circuit ne modifiera ni rien le courant continu de polarisation de l'amplificateur. Ainsi que vous l'avez déjà vu à la 4ème leçon pratique lors de l'observation des courants continus de collecteur et de base, les courants alternatifs de collecteur et de base sont constamment en opposition. Ceci apparaît de façon évidente dans le schéma simplifié de la figure 8a, où IR (fraction de IC ramené dans le circuit de base) se trouve en opposition avec IB. En conséquence, lorsque IB est positif, IR est négatif et inversement. On voit ainsi que si l'on veut que le courant de base soit positif, il faut faire en sorte que la partie de IC ramené dans le circuit de base (ou IR) ait la MEME PHASE QUE IB : il faut "déphasé de 180° le courant IR". Dans le circuit de la figure 7, les résistances R9, R10 et R11 permettent, avec les condensateurs C1, C2, C3 et C4 de faire tourner de 180° la phase du courant introduit dans le réseau. Ceci veut dire que le courant de réaction IR (figure 8b) qui entre dans le circuit de déphasage se déphase et correspond, instant après instant à un courant I'R qui a la même sens de circulation que IB ; de ce fait le courant de base augmente et diminue en phase avec le courant de collecteur. Le phénomène est appelé REACTION POSITIVE.

FONCTIONNEMENT DE L'OSCILLATEUR Vous maintenant comment fonctionne le circuit complet de l'appareil. Imaginez que l'on coupe le réseau d'alimentation et qu'on le rétablit à l'instant donné, les trois courants IE, IB et IC circulent dans l'amplificateur (figure 6). Si ces courants atteignent instantanément leur valeur de régime et restaient parfaitement stables, le circuit de réaction thermique inefficace puisque le courant continu ne peut se transformer en courant alternatif. Le seul moyen de condensation (et de simplification) est l'amplificateur à réaction. En réalité, les courants de l'amplificateur ne sont jamais parfaitement stables, surtout à cause de l'agitation thermique dans les différents composants qui produisent des variations périodiques de tensions et de courants, et ceci dans une très large bande de fréquences. L'amplitude de ces variations est très faible (de l'ordre du millièmième de volt) ; toutefois il peut arriver, et en pratique cela se produit toujours, qu'une fréquence préférentielle (celle justement qui est déphasée de 180° par le réseau) augmente d'amplitude petit à petit jusqu'à atteindre quelques volts crête-crête. Ceci se produit parce que sur la fréquence préférentielle, intervient le phénomène de REACTION POSITIVE qui augmente la tension précédemment amplifiée de façon répétée jusqu'à atteindre un état d'équilibre. Si vous obtenez cette condition, on dit que l'oscillateur A ACCROCHÉ ou que vous avez obtenu l'ACCROCHAGE DES OSCILLATIONS. L'oscillateur à déphasage que vous avez construit peut produire des fréquences comprises entre 800 et 1000 Hz et appartient donc à la catégorie des oscillations de fréquence audible (ou audio-fréquence) puisque les fréquences audibles (ou fréquences acoustiques) sont comprises entre 30 Hz et 20 000 Hz environ. Je ne peux vous indiquer avec précision la valeur de la fréquence produite parce qu'elle ne dépend pas uniquement de la constante RC du réseau de réaction, mais aussi pour une bonne part du coefficient β et de la température du transistor qui sont des éléments variables et difficilement prévisibles (on dit que le coefficient β est une fonction de la température). Vous pouvez cependant vous attendre à avoir avec un montage de ce genre des fréquences comprises entre 1000 et 100 000 Hz, ce qui est tout à fait remarquable pour un montage aussi simple et compliqué que ceux que vous avez construits jusqu'à maintenant. Vous êtes familiarisé en grande partie avec ces éléments, soit parce qu'ils ont été décrits dans les leçons précédentes, soit parce qu'ils sont d'un usage courant dans la pratique radioélectrique. Le matériel est accompagné, comme d'habitude, d'une liste complète sur laquelle sont indiqués les caractéristiques nécessaires à l'identification ; cependant, je compléterai la description de ces composants en donnant leurs caractéristiques particulières, lors de leur utilisation. Tout d'abord, je vais vous décrire le TRANSFORMATEUR DRIVER que vous aurez à utiliser pour réaliser au cours de la présente leçon, un OSCILLATEUR A FREQUENCE AUDIBLE. Je procéderai ainsi tout au long de votre programme d'études et vous connaîtrez de cette façon tous les éléments des circuits des appareils à transistors. TRANSFORMATEUR DRIVER Le petit transformateur que vous avez reçu est prévu pour la réalisation d'un étage DRIVER pour un transistor SFT352 (ou SFT353) qui pilote un étage final en push-pull à transistors SFT322 (ou 323). Vous l'utiliserez en particulier dans cette leçon pour transformer un étage amplificateur à émetteur commun, en un nouvel OSCILLATEUR AUDIOFREQUENCE (ou BF). Le transformateur servira à coupler la sortie du transistor avec son entrée, et son primaire sera en plus connecté à la borne de mise à la terre commune des deux transistors. Le secondaire du transformateur est composé de deux enroulements. Il n'est pas du tout nécessaire pour pouvoir utiliser le transformateur, d'en connaître le nombre de spires réel ; ce nombre n'est pas précisé et il dépend du noyau choisi par le constructeur. PRÉPARATION DE LA POUVOIR POUR pouvoir réaliser le nouvel oscillateur à fréquence audible, il est nécessaire de démonter entièrement le circuit réalisé précédemment et d'en récupérer les divers éléments. Le transistor devra être dessoudé avec les précautions habituelles, c'est-à-dire en serrant ses sorties entre les bords d'une pince plate.

Les bornes montées en P2 et P3 pourront être laissées en place. Le potentiomètre P2 = 2MΩ devra être au contraire dévisé afin de permettre l'introduction entre le premier cordon et la plaquette L1 d'un anneau pour connecter à la masse son boîtier métallique. Coupez, pour ce faire, environ 60mm de fil de cuivre nu étamé et formez un "crochet" qui s'engagera dans la fente du premier cordon. Les bornes P2 et P3 sont destinées à servir de points de mesure des tensions aux bornes des condensateurs C1 et C2. Elles doivent donc être reliées à la masse par une résistance R7 = 10kΩ (jaune - noir - orange). Cette dernière sera placée sur la plaque à l'endroit où se trouvent les bornes P2 et P3.

Le montage des composants et les connexions entre les différentes cosse de la plaquette, il est nécessaire de bien nettoyer les cosse de la soudure précédente. Pour cela, faites fondre la soudure en question, cosse par cosse et secouez énergiquement la plaquette. MONTAGE ELECTRIQUE Vous allez commencer maintenant le montage électrique du nouveau circuit par les connexions entre cosse. Vous aurez à utiliser du fil de cuivre nu étamé et du fil souple isolé pour connexions ; employez d'abord les fils récupérés lors du montage précédent et ensuite seulement ceux reçus avec la seconde série de matériel. Je vous indique maintenant les diverses opérations à effectuer : Câblez 35mm environ de fil étamé entre la cosse E 1 et C de P2 et l'œillet de cosse F4. Soudiez aux deux points 20mm environ de fil étamé entre la borne rouge F2 et l'œillet de cosse F7. Soudiez aux deux points 40 mm environ de fil étamé entre l'œillet de CA 8 et l'œillet de CA 11. Ne soudez qu'en CA 8, 40 mm environ de fil étamé entre les œillets des cosse CA 14, CA 15 et CA 16. Ne soudez qu'en CA 15 et CA 16, 20 mm environ de fil étamé entre les œillets des cosse CA 32 et CA 33. Soudiez aux deux points 20 mm environ de fil étamé entre les œillets des cosse CA 24 et CA 25. Soudiez aux deux points 70 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 11 et CA 17. Soudiez aux deux points 100 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 19 et CA 20. Soudiez aux deux points 100 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse F3 et l'œillet de CA 26. Ne soudez qu'en F3, 75 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 26 et CA 20. Soudiez aux deux points (l'œillet de CA 20 possède déjà la sortie de l'anneau en contact avec le boîtier métallique de P2. Soudiez l'ensemble), 40 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 31 et CA 34. Soudiez aux deux points 105 mm environ de fil isolé entre la languette de CA 31 et l'œillet de CA 22. Ne soudez qu'en CA 22 55 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 10 et CA 30. Soudiez aux deux points 50 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosse CA 13 et CA 29. Soudiez aux deux points Violette terminée la première phase du montage. Le travail ainsi réalisé est représenté en figure 3. Vous allez maintenant disposer sur la plaquette les composants électriques du circuit. Câblez entre les languettes de CA 5 et CA 22 le condensateur C4 = 40kpF (ou 50kpF). Soudiez aux deux points, entre les languettes de CA 7 et CA 24 le condensateur C5 = 40kpF (ou 50kpF). Câblez entre les languettes de CA 15 et CA 17 le condensateur C6 = 100pF (ou 100nF). Câblez entre les languettes de CA 14 et CA 31 la résistance R14 = 10kΩ (marron - noir - orange). Soudiez aux deux points en ayant soin de souder également en CA 31 la connexion provenant de CA 22, entre les languettes de CA 15 et CA 32 la résistance R6 = 470Ω (jaune - violet - marron). Soudiez aux deux points entre les languettes de CA 17 et CA 34 la résistance R12 = 47kΩ (jaune - violet - orange). Soudiez aux deux points Les condensateurs et résistances câblés jusqu'à ici proviennent de la 2ème série de matériel. Vous devez utiliser maintenant le condensateur électrochimique CG = 100µF (tension de service 9 V ou plus) que vous avez reçu avec la 3ème série.

Vous devez respecter, sous peine de destruction, le sens de branchement des condensateurs électrochimiques. En figure 4 sont illustrés différents types de condensateurs électrochimiques et électrolytiques que vous pourrez avoir à utiliser durant les montages pratiques du cours. Pour chaque type, je vous indique comment distinguer la sortie positive de la sortie négative. Ayant déterminé la polarité de C6, vous pouvez procéder à la suite des opérations, câblé entre les languettes de CA 16 et CA 33 le condensateur électrochimique C6 = 100µF/9 V (ou plus), sortie positive en CA 16 et négative en CA 33. Soudez aux deux points. Tout au cours du câblage et par la suite, vous devez éviter de mettre en contact le boîtier métallique du potentiomètre avec l'un quelconque des fils étamés ou des différents éléments du circuit. Il ne vous reste plus qu'à connecter le transformateur T1. Ce transformateur devra être monté avec le maximum de soin, car il sera utilisé sur le récepteur final. Faites attention de ne pas plier ses sorties ni surtout de les tirer pour ne pas provoquer de coupure.

En figure 5 sont représentés différents types de transformateurs driver existant sur le marché. Dans votre cas, il s'agit du type 5c. Je ne vous ai pas représenté sur ces dessins les pattes de fixation de l'étrier. Je vous conseille de ne pas plier non plus les pattes de l'étrier avant le montage définitif sur le récepteur final.

Chaque sortie et chaque enroulement sont identifiés par un numéro d'ordre. Préparez cinq morceaux de fil de 30mm environ, dénudés et étamés à chaque extrémité. Effectuez à l'une des extrémités de chacun un petit anneau que vous enfilerez sur le "picot" de sortie du transformateur. Soudez rapidement avec une petite goutte de soudure. Cette opération est illustrée par la figure 6. Cette soudure devra être effectuée rapidement afin de ne pas endommager la carcasse plastique du transformateur. Montez maintenant le transformateur, côté sorties contre la plaquette de façon que le primaire (2 sorties) se trouve du côté des cosses CA 8 et CA 10. Le transformateur doit se trouver "en l'air" à environ 4cm au-dessus de la plaquette de façon à ne pas provoquer de court-circuit éventuel. Le dessin du transformateur est schématisé sur la figure 7 et les suivantes.

En réalité l'encombrement est plus important. La sortie 1 sera soudeuse à la languette de CA 10, la sortie 2 à la languette de CA 8, la sortie 3 à la languette de CA 25, la sortie 4 à la languette de CA 26 et la sortie 5 à la languette de CA 27.

Attention. Les sorties 1 et 2 de votre transformateur ne se présenteront pas telles qu'elles sont indiquées sur la figure 7 : en réalité elles seront croisées sur votre montage ; si vous n'obtenez pas d'oscillations BF, il vous suffira d'inverser les deux bornes de la cage de protection (figure 7) CONTROLE VISUEL. Avant de procéder à la mise sous tension, il vous faut effectuer un contrôle visuel très serré afin d'éliminer des erreurs qui risqueraient d'endommager sans recours le transistor. PLAQUETTE 1 CA 5 ouïlet fil nu allant à C-e et P2 languette sortie du condensateur C4 = 40kpf (ou 50kpf) CA 7 ouïlet fil nu allant à borne rouge F2 languette sortie de C5 = 20kpf (ou 25kpf) CA 8 ouïlet fil nu allant à CA 11 languette sortie 2 du transformateur T1 CA 10 ouïlet connexion isolée à CA 30 languette sortie 1 du transformateur T1 CA 11 ouïlet fil nu allant à CA 8connexion isolée à CA 17 languette sortie du condensateur C1 = 40kpf (ou 50kpf) CA 12 ouïlet connexion isolée à F2 languette sortie du condensateur C2 = 40kpf (ou 50kpf) CA 13 ouïlet connexion isolée à CA 29 languette sortie du condensateur C3 = 40kpf (ou 50kpf) CA 14 ouïlet connexion isolée à la borne noire F3fil nu allant à CA 15 languette sortie de la résistance R12 = 47kOhm fil nu de la torsade d'alimentation CA 20 ouïlet fil nu allant au boîtier métallique de P2connexion isolée à CA 26 CA 22 ouïlet connexion à CA 31 languette sortie du condensateur C4 = 40kpf (ou 50kpf) CA 24 ouïlet fil nu allant à CA 25 languette sortie du condensateur C5 = 20kpf (ou 25kpf) CA 25 ouïlet fil nu allant à CA 24 languette sortie 3 du transformateur T1 CA 26 ouïlet fil nu allant à la borne noire F3connexion isolée à CA 20 languette sortie 4 du transformateur T1 CA 27 ouïlet connexion isolée à la cosse F de P2 languette sortie 5 du transformateur T1 CA 28 ouïlet connexion isolée à CA 12 languette sortie du condensateur C1 = 40kpf (ou 50kpf) CA 29 ouïlet connexion isolée à CA 13 languette sortie du condensateur C2 = 40kpf (ou 50kpf) CA 30 ouïlet connexion isolée à CA 10sortie C du transistor languette sortie du condensateur C3 = 40kpf (ou 50kpf) CA 31 ouïlet connexion isolée à la borne noire F3fil nu allant à la cosse F de P2 languette sortie du condensateur C4 = 40kpf (ou 50kpf) CA 34 ouïlet connexion isolée à CA 31 languette sortie de la résistance R12 47kΩ Cosses fil nu allant à la cosse C de P2 Cosses fil nu allant à la cosse F de P2 languette sortie de la résistance R12 47kΩ Cosses fil nu allant à la cosse C de P2 Cosses F connexion isolée à CA 27 Cosses C dans l'ouïlet de CA 30 Cosses B dans l'ouïlet de CA 31 Cosses E dans l'ouïlet de CA 32 Sortie 1 à la languette de CA 10 Sortie 2 à la languette de CA 8 Sortie 3 à la languette de CA 25 Sortie 4 à la languette de CA 26 Sortie 5 à la languette de CA 27 Vous pouvez passer maintenant au contrôle de fonctionnement du nouveau circuit réalisé. Vous devrez effectuer d'abord un contrôle au contrôleur universel et ensuite vous ferez quelques tests.

CONTROLE DE FONCTIONNEMENT Avant de vous lancer dans le contrôle du fonctionnement, vous devrez réunir par du fil de câblage (40mm environ) les languettes des coses CA 28 et CA 29.

Vous préparerez également le contrôleur pour la mesure des tensions alternatives sur le calibre 10 V et enfeucherez les points de touche dans les bornes F2 et F3 de l'oscillateur. Tournez le potentiomètre P2 à fond à gauche (après avoir enfilé sur l'axe de P2 le bouton plastique). Connectez la pince crocodile rouge de la torsade d'alimentation au pôle positif de la pile et la noire au négatif. En tournant le potentiomètre P2 dans le sens direct, vous devrez noter à un certain moment une indication subite au contrôleur (environ 1 à 1,5 volt alternatif). Si vous continuez à tourner le potentiomètre (toujours dans le sens direct) cette valeur de tension peut diminuer légèrement. Si vous n'obtenez aucune indication, ou une indication de tension très faible entre les bornes F2 et F3, dessoudez (après avoir débranché la pile) les sorties 1 et 2 du transformateur, des coses CA 10 et CA 8 et ressoudez-les de façon que la sortie 1 aille maintenant sur la cosse 8 et la sortie 2 sur CA 10. Dans ces nouvelles conditions, vous obtiendrez en sortant la tension désirée. Voici terminé le contrôle avec l'appareil de mesure. Débranchez la pile pour effectuer le test d'audition. **TEST D'AUDITION** Avant d'effectuer ce test, il est nécessaire d'éliminer la connexion entre les coses CA 28 et CA 29 et de préparer un court-circuit simple qui permettra de faire varier la fréquence de l'oscillateur. Coupez 40 mm environ de fil de cuivre nu étamé et faites un crochet du type de la figure 8A. Vous soudez sur la cosse CA 28 ainsi qu'indiqué en figure 8B. Les fils de sortie des condensateurs C2 et C3 ne devront pas, pour le moment, être en contact avec le court-circuit. Vous maintenant le test d'audition. Si vous disposez d'un écouteur, vous le connecterez entre les bornes F2 et F3. Branchez la pile. En tournant le potentiomètre P2 de gauche à droite, vous obtiendrez un son. Continuez de tourner un peu pour obtenir un son stable. A ce point, vous pouvez faire varier la fréquence du signal produit. Pour cela, il suffira d'effectuer une légère pression sur le contact de court-circuit pour mettre successivement en contact avec CA 28 les sorties des condensateurs C2 et C3. Si vous ne disposez pas d'écouteur téléphonique, vous pouvez injecter le signal produit par votre oscilloscope dans la prise P.U. d'un récepteur radio, ainsi que vous l'avez déjà fait lors de la précédente leçon.

La borne noire P3 devra être connectée à la borne de masse de la prise et la borne rouge à la borne "sensible" de la prise 1°U. Pour cette connexion, vous pouvez utiliser une torsade de fils rouge et noir munis de hanches bananes à chaque extrémité. **OSCILLATEUR ACCORDÉ** = CIRCUIT 11 et FONCTIONNEMENT Comme je vous l'ai déjà montré pour le circuit 10, je vous explique le fonctionnement de cet appareil en faisant ressortir les parties pour lesquelles il est différent du circuit 10. En effet, vous pouvez voir la schéma électrique complet de l'oscillateur accordé, mais que dans les figures successives sont reportés les schémas partiels qui sont ceux de l'ETAGE AMPLIFICATEUR, du CIRCUIT DE REACTION et du CIRCUIT RESSONNANT de sortie. Examinons séparément ces différents circuits ETAGE AMPLIFICATEUR (figure 10) L'amplificateur est similaire à celui représenté en figure 7 de la 5ème leçon Pratique.

Les résistances R12, R14, R6, correspondent à R1, R2, Re, et la résistance ohmique du primaire du transformateur correspond à Rc. Le système de polarisation formé du pont R12, R14 et de la résistance R6 permet une bonne stabilisation du point de fonctionnement et contribue à réduire sensiblement la distorsion du signal produit dans le circuit complexe de l'appareil. CIRCUIT DE REACTION (figure 11) S'il existe une variation alternative du courant dans le circuit du collecteur, l'enroulement primaire de T1 sera le siège d'un courant variable résultant de la somme d'un courant alternatif et d'un courant continu. La composante continue n'intéresse pas le fonctionnement du transformateur, alors que la composante alternative est transférée par induction électromagnétique dans l'enroulement secondaire. Considérez seulement la section du secondaire indiquée par Sr sur le schéma de la figure 11. La sortie centrale est connectée à la masse (au COMMUN), l'autre à travers la résistance de P2 et le condensateur de réinjection C4 est connectée à la base du transistor, formant ainsi le circuit de réaction. Sachant que le courant de base est en opposition avec celui de collecteur, et que le système de liaison à transformer introduit un déphasage de 180° entre primaire et secondaire, de façon que les variations de courant introduites à l'entrée du transistor soient en phase avec celles du collecteur, vous pouvez constater que le courant de base est en phase avec le minimum de distorsion. En effet, si vous tournez l'axe du potentiomètre de façon à insérer toute la résistance de P2, le signal de réaction sera insuffisant et vous ne pourrez obtenir l'accrochage des oscillations. Si par contre, vous diminuez progressivement la résistance de P2, l'amplitude du signal réinjecté dans le circuit d'entrée augmentera et vous obtiendrez à un moment l'accrochage des oscillations.

[illegible]

un condensateur sert à relier la sortie de l'oscillateur à l'entrée d'un amplificateur. Dans la prochaine leçon, vous construirez un amplificateur à deux transistors avec écoute sur haut-parleur, et vous utiliserez l'oscillateur que vous venez de construire pour le contrôle de fonctionnement d'un nouvel appareil. Fin du cours 7 AMPLIFICATEUR A DEUX TRANSISTORS - REALISATION Pour l'exercice pratique de cette leçon vous utiliserez deux transistors, la plaquette reliée à trente cosses et le haut-parleur que vous avez reçu au groupe précédent. Avant d'utiliser les nouveaux éléments, vous me permettrez de vous donner une brève description de leurs caractéristiques. TRANSISTOR SFT322 (ou 323) Les transistors SFT322 (équivalents de OC72, ZG271, SFT122, etc ...) sont des transistors au germanium du type P-N-P comme le SFT352 (OC71, SFT153, etc ...) que vous avez reçu avec la 2ème leçon pratique. A la différence du SFT352 qui est communément employé comme préamplificateur dans les circuits basse-fréquence ou comme driver dans les circuits à étage final push-pull, le SFT322 et ses équivalents sont prévus pour l'utilisation en étage amplificateur de sortie (de moyenne puissance) et pour d'autres applications particulières que vous étudierez dans les leçons suivantes. Toutefois, dans le montage de cette leçon vous utiliserez l'un des deux SFT322 comme préamplificateur, avec les fonctions normalement prévues pour le SFT352. Toutes les propriétés fondamentales des transistors (que vous avez vérifiées directement sur les appareils expérimentaux déjà réalisés) restent valables pour les nouveaux transistors. En figure 1 sont reportées les indications d'identification des sorties, les formes et les dimensions de trois transistors équivalents. HAUT-PARLEUR Le haut-parleur est du type DYNAPLOTE à haut rendement et de faible encombrement. Il est étudié spécialement pour les appareils à transistors mais son fonctionnement ne diffère pas de celui des haut-parleurs du type classique pour appareils à tubes. Il est prévu pour une puissance électrique de l'ordre de 500mW.

LA PLAQUETTE La plaquette est constituée par une plaque d'aluminium de 36x96 mm, percée de 36 trous destinés à recevoir des cosses. Elle est divisée en quatre parties par deux rainures longitudinales et transversales. Les cosses sont disposées de façon à former des rangées de six cosses, numérotées de gauche à droite et de haut en bas comme l'écriture normale. Deux sortes de plaquettes existent comme précédemment : l'une d'elle comporte des cosses doubles, l'autre des cosses simples avec des encoches dans la plaquette. Vous pouvez recevoir l'un ou l'autre type, le marquage restera évidemment le même. Les deux rangées de la plaquette II sont identiques entre elles. Dans la disposition comme en figure 2, la rangée supérieure est repérée par les signes CA 35 à CA 49 et la rangée inférieure par les signes CA 50 à CA 64. Une fois défini le numérotage des cosses, celui-ci devra être conservé quelle que soit la position qu'occupe la plaquette par rapport à l'observateur. Cependant la plaquette II n'a pas de "sens" bien défini comme la plaquette I aussi je vous suggère d'inscrire directement sur la bakélite, à l'aide d'une pointe à tracer, les numéros des cosses de façon à éviter toute confusion ultérieure. (On peut bien sûr, coller une feuille de papier et repérer ainsi les cosses). PREPARATION DE LA PLAQUETTE Pour permettre le montage et le démontage des éléments sur la plaquette, vous modifierez encore les cosses comme précédemment sur la plaquette I. Après avoir réduit de 1,5 à 2 mm la longueur des languettes à l'aide de cisailles ou de pinces coupantes, repliez-les à angle droit. MONTAGE ELECTRIQUE La préparation mécanique de la plaquette II terminée, vous pouvez commencer le montage électrique en disposant entre les diverses cosses les connexions en fil de cuivre nu étamé et en fil isolé. Câbles : 50 mm environ de fil nu entre les oreilles des cosses CA 51 et CA 36. Ne soudez qu'en CA 51. 70 mm environ de fil isolé entre les oreilles des cosses CA 36 et CA 41. Ne soudez qu'en CA 36. 30 mm environ de fil isolé entre les oreilles des cosses CA 41 et CA 43. Ne soudez qu'en CA 41. 55 mm environ de fil isolé entre les oreilles des cosses CA 43 et CA 60. Soudez aux deux points. 20 mm environ de fil nu entre les oreilles des cosses CA 45 et CA 64. Ne soudez qu'en CA 45. 80 mm environ de fil isolé entre les oreilles des cosses CA 38 et CA 44. Soudez aux

20 mm environ de fil nu entre les œillets des cosses CA 56 et CA 57. Soudez aux deux points. 20 mm environ de fil nu entre les œillets des cosses CA 53 et CA 54. Ne soudez qu'un CA 53. 60 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosses CA 54 et CA 58. Soudez aux deux points. 60 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosses CA 37 et CA 50.

Soudez aux deux points. 60 mm environ de fil isolé entre les œillets des cosses CA 39 et CA 52. Soudez aux deux points. enfin 60 mm environ de fil nu entre les languettes des cosses CA 44 et CA 59.

Ne soudez qu'en CA 59. Vous avez ainsi achevé la première phase du câblage. Les connexions terminées sont visibles en figure 3. Vous pouvez maintenant passer au montage des éléments du circuit : Câbler : entre les languettes des cosses CA 37 et CA 52 la résistance R16 = 150kΩ (marron - vert - jaune). Soudez aux deux points, entre les languettes des cosses CA 38 et CA 53 la résistance R2 = 330kΩ (orange - orange - marron). Soudez aux deux points, entre les languettes des cosses CA 39 et CA 54 la résistance R15 = 33kΩ (orange - orange - orange). Soudez aux deux points, entre les languettes des cosses CA 41 et CA 56 la résistance R1 = 100Ω (marron - noir - marron). Soudez aux deux points, entre les languettes des cosses CA 42 et CA 57 le condensateur électrochimique C8 = 100µF (la sortie positive en CA 42). Pour l'identification des sorties, reportez-vous aux indications que je vous ai fournies à la leçon précédente. Soudez aux deux points. enfin entre les languettes des cosses CA 45 et CA 60 le condensateur électrochimique C7 = 100µF, la sortie positive en CA 60. Soudez aux deux points. Une fois terminé, le câblage sur la plaquette II, il ne vous reste plus qu'à préparer une nouvelle torsade d'alimentation, une autre pour le raccordement du haut-parleur et à câbler les transistors. Formez une longueur de torsade à deux conducteurs souples (l'un rouge et l'autre noir). A l'une de ses extrémités raccordez deux pinces crocodiles, comme déjà fait précédemment pour l'autre montage, une rouge sur le fil rouge, l'autre noire sur le fil noir. L'autre extrémité de la torsade devra être soudée sur la plaquette, le fil rouge sur la languette de CA 43 le noir sur la languette de CA 44 où se trouve déjà la connexion allant à CA 59.

Formez une nouvelle longueur de torsade noire et rouge. Vous en soudez une extrémité sur les cosses de la bobine mobile du haut-parleur. Manipulez votre haut-parleur avec le maximum de précaution, vous aurez à l'utiliser dans le récepteur final. L'autre extrémité de la seconde torsade sera raccordée sur la plaquette : un fil sur la languette de CA 38 l'autre sur la languette de CA 53. Vous pouvez maintenant passer à la deuxième phase du câblage : câbler les deux transistors SFT322 dans les œillets des cosses. Retournez la plaquette et soudez l'un des deux transistors dans les œillets CA 51, CA 52, et CA 53 dans l'ordre suivant et en prenant toujours les mêmes précautions relatives à l'échauffement. Sortie E dans l'œillet de CA 51 Sortie B dans l'œillet de CA 52 Sortie C dans l'œillet de CA 53 Soudez ensuite le second transistor : Sortie E dans l'œillet de CA 57 Sortie B dans l'œillet de CA 58 Sortie C dans l'œillet de CA 59 La figure 4 illustre toutes les particularités du montage sur la plaquette, les connexions au haut-parleur, l'alimentation et le câblage des deux transistors. **CONTROLE VISUEL** Avant de procéder à la vérification du fonctionnement du nouveau circuit réalisé, vous allez comme d'habitude effectuer un contrôle visuel très attentif afin d'éliminer les éventuelles erreurs de câblage. Plaquette II CA 36 œillet connexion isolée à CA 41 fil nu allant à CA 51 CA 37 œillet connexion isolée à CA 50 languette sortie de la résistance R16 = 150kΩ CA 38 œillet connexion isolée à CA 44 languette sortie de la résistance R2 = 330kΩ CA 39 œillet connexion isolée à CA 52 languette sortie de la résistance R15 = 33kΩ CA 41 œillet connexion isolée à CA 43 connexion isolée à CA 36 languette R1 = 100Ω ; fil rouge du HP CA 42 languette sortie positive du condensateur C8 = 100µF fil nu par exemple de la torsade du haut-parleur CA 43 œillet connexion isolée à CA 41 connexion isolée à CA 60 languette fil rouge de la torsade d'alimentation CA 44 œillet connexion isolée à CA 38 fil nu allant à CA 45 languette fil nu allant à CA 59 fil noir de la torsade d'alimentation CA 45 œillet fil nu allant à CA 44 languette sortie négative du condensateur C7 = 100µF CA 50 œillet connexion isolée à CA 37 CA 51 œillet fil nu allant à CA 36 Sortie E du 1er transistor SFT322 CA 52 œillet connexion isolée à CA 39 Sortie B du 1er transistor SFT322 languette sortie de la résistance R16 = 150kΩ CA 53 œillet fil nu allant à CA 54 Sortie C du 1er transistor SFT322 languette sortie de la résistance R2 = 330kΩ CA 54 œillet fil nu allant à CA 53 connexion isolée à CA 58 languette sortie de la résistance R15 = 33kΩ CA 56 œillet fil nu allant à CA 24 languette sortie du transformateur T1 CA 57 œillet fil nu allant à CA 57 languette sortie de la résistance R1 = 100Ω CA 58 œillet connexion isolée à CA 54 Sortie B du 2ème transistor SFT322 languette sortie B du 2ème transistor SFT322 CA 59 œillet sortie C du 2ème transistor SFT322 languette fil nu allant à CA 44 CA 60 œillet connexion isolée à CA 43 languette sortie positive du condensateur C7 = 100µF PREMIER TRANSISTOR SFT322 (ou équivalent) Sortie C dans l'œillet de CA 53 Sortie B dans l'œillet de CA 52 Sortie E dans l'œillet de CA 51 SECOND TRANSISTOR SFT322 (ou équivalent) Sortie C dans l'œillet de CA 59 Sortie B dans l'œillet de CA 58 Sortie E dans l'œillet de CA 57 Ayant terminé le contrôle visuel, vous pouvez entreprendre le contrôle de fonctionnement à l'aide du contrôleur universel.

Avec le contrôleur du Cours de Radio, branché pour la mesure des tensions continues en gamme 10 V, effectuez le contrôle des tensions sur les sorties des deux transistors utilisés dans le montage de l'amplificateur. Les valeurs à trouver ont été réunies dans le tableau de la figure 5.

Soit acceptables toutes les valeurs qui s'approchent avec une tolérance de $\pm 20\%$. Des valeurs excessivement différentes peuvent être dues à des erreurs de câblage ou à des éléments défectueux. Si vous devez vérifier la qualité d'un élément, il sera nécessaire de le dessolder, au moins d'un côté, et de le vérifier à l'ohmmètre. Après ce contrôle, vous pouvez passer au test d'audition.

TEST D'AUDITION Ce test s'effectue avec l'oscilloscope basse fréquence réalisé à la leçon pratique précédente.

Reliez la borne rouge F2 de l'oscilloscope à la cosse 50 (plaquelette II) en utilisant pour ce faire un cordon rouge muni de fiches bananes (mettre par exemple sur la fiche banane une pince crocodile du côté de la plaquelette II). La borne noire F3 de l'oscilloscope peut ne pas être connectée à la masse de l'amplificateur puisque les retours de masse de l'oscilloscope et de l'amplificateur seront connectés tous les deux au pôle positif de la pile. Reliez donc les pincines crocodile rouges des deux torsades d'alimentation de l'oscilloscope et de l'amplificateur au pôle positif de la pile et les deux noirs au pôle négatif. Maintenant en tournant le potentiomètre F2 de l'oscilloscope, vous devez entendre un son continu.

Vous pouvez également obtenir des variations de la puissance sonore en agissant sur le réglage de P2. Si vous disposez d'un pick-up, vous pouvez l'utiliser sur votre amplificateur expérimental en apportant une petite variante au circuit d'entrée : il suffira de dessolder le condensateur C5 de 20k μ F câblé entre les cosses CA 7 et CA 24 de la plaquelette I et de le souder entre les cosses CA 35 et CA 50 (plaquelette II) (figure 6). Le câble blindé de sortie du pick-up, sera connecté à la plaquelette II : le conducteur interne soudé sur CA 35 et la tresse métallique externe sur CA 36. Pour l'écoute du P.U vous pouvez supprimer les connexions entre l'oscilloscope et la pile. Il est possible que le son obtenu soit très faible (cela dépend de la tension de sortie de votre P.U). Dans ce cas, vous devrez réduire la résistance R16 de 150k Ω à 50k Ω par exemple, ou peut-être même la court-circuiter tout simplement. Les résultats que vous obtenez ne sont pas comparables à ceux d'un électrophone ou même d'un poste radio. En effet, le but de cette expérience est de vous montrer le fonctionnement d'un amplificateur à transistors à deux étages. Des circuits plus complexes vous apporteraient, il est certain, meilleure satisfaction, mais ne soyez pas trop impatient !

AMPLIFICATEUR A DEUX ETAGES - CIRCUIT ET FONCTIONNEMENT Les amplificateurs étudiés dans les troisième, quatrième et cinquième leçons étaient d'un type particulier, dont le but était de mettre en lumière les propriétés fondamentales des transistors en tant qu'ELEMENTS ACTIFS, c'est-à-dire aptes à produire dans les circuits électriques un gain de tension, de courant et de puissance. Tous les amplificateurs avaient la propriété commune de permettre un REGLAGE MANUEL du gain, c'est-à-dire de la tension de sortie. Dans le montage expérimental étudié dans la sixième leçon, nous avons introduit un autre paramètre, nous avons ajouté un circuit de liaison entre la sortie et l'entrée d'un étage amplificateur, vous obtenez des oscillations à basse fréquence. Le fait que ces oscillations soient d'origine dans des variations d'amplitudes très faibles, qui ramenées à l'entrée, se trouvent amplifiées, puis de nouveau réinjectées à l'entrée, amplifiées à nouveau etc... etc. est une démonstration éclatante de la notion de gain du transistor en courant alternatif. Avec l'expérience de cette leçon, vous avez pu voir qu'il était également possible d'obtenir l'amplification d'un signal de fréquence acoustique, provenant d'un générateur extérieur et aussi que vous pouviez connecter deux étages amplificateurs en cascade de façon à obtenir en sortie une puissance suffisante pour actionner un haut-parleur. En figure 7, vous pouvez voir le schéma électrique complet de l'appareil que vous venez de réaliser et d'expérimenter. Il vous est facile d'y relever que le premier étage fonctionne en amplificateur en émetteur commun et que les deux étages sont reliés DIRECTEMENT du collecteur de TR1 à la base de TR2. Sur les amplificateurs à tubes à cathode la masse, les tensions continues de plaque et de grille sont de sens opposés et très différentes entre elles.

Ainsi à la grille, vous avez une tension (négative par rapport à la cathode) de la tension de plaque (positive par rapport à la cathode) est de quelques centaines de volts. Dans ce cas il est le plus souvent impossible de relier directement la plaque d'un étage à la grille du suivant. Dans les amplificateurs à transistors, au contraire, les problèmes de liaison disparaissent, car il n'y a pas de tensions continues de grille et de plaque. De toute façon il est possible de réunir avec un simple conducteur la sortie du premier étage à l'entrée du second, comme dans notre montage.

ETAGE PREAMPLIFICATEUR En figure 8, vous avez le schéma d'un étage. La polarisation est assurée à partir de l'alimentation du collecteur par l'intermédiaire de la résistance R15. Avec ce système vous obtenez également un autre effet dû au courant ICR : contre-réaction entre la sortie et l'entrée. Le courant ICR est constitué par la composante variable du courant de polarisation qui, à travers R15 et R2 rejoint le pôle négatif de la pile. Quand le courant de collecteur IC tend à augmenter, le courant de polarisation tend à diminuer en accord avec la tension de collecteur de laquelle il dépend ; de même, quand IC tend à diminuer, le courant de polarisation tend à augmenter. Dans l'un et l'autre cas les variations s'opposent l'une à l'autre et il en résulte que le circuit ainsi conçu est stabilisé pour le courant continu et l'amplitude du signal alternatif, bien que réduite, reste suffisante pour attaquer l'étage final. La résistance R16 sert à réduire l'amplitude du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur. Cela est nécessaire parce que le signal fourni par l'oscilloscope est de l'ordre du volt alors que pour actionner le premier transistor, il suffit d'un signal de quelques centièmes de volt d'amplitude.

ETAGE FINAL Le circuit de l'étage final est illustré en figure 9. Il vous est facile de reconnaître là un amplificateur élémentaire avec la sortie sur l'émetteur, au lieu d'être sur le collecteur comme dans tous les circuits à transistors étudiés précédemment. En effet le signal à fréquence acoustique est prélevé entre émetteur et masse aux bornes de la résistance R1. Le condensateur C8 sert à coupler le circuit de sortie sur le haut-parleur en bloquant la composante continue (tension d'émetteur) pour ne laisser passer que le courant alternatif du signal.

A travers la pile, le collecteur de TR2 se trouve connecté à la masse en ce qui concerne le courant alternatif. On appelle un tel montage **AMPLIFICATEUR EN COLLECTEUR COMMUN**, ou **COLLECTEUR A LA MASSE**, pour le distinguer des autres amplificateurs en émetteur commun ou base commune. Le condensateur C7 sert à réduire l'impédance interne de la pile aux fréquences acoustiques. Sans lui, surtout lorsque la pile commence à être usée, vous auriez des variations de la tension de collecteur à la même fréquence que le signal et il se produirait inévitablement des effets de réaction et de contre-réaction entre les deux étages (risque d'accrochage). Dans la prochaine leçon, vous ferez d'intéressantes expériences qui vous permettront de mettre en évidence la possibilité d'utiliser les transistors comme **INTERPRETEURS ELECTRONIQUE DE COMMUTATION** (clignoteur électronique) **INTERPRETEURS ELECTRONIQUE - REALISATION** avec les exercices pratiques de cette leçon, vous allez étudier de nouvelles et très intéressantes applications des transistors. Un amplificateur formé d'un étage à transistor peut être utilisé comme

CONSTRUCTION DU TRANSISTOR D'ANALYSE : Pour la construction de cet organe il vous faut :

Oscillateur Automodulé - Réalisation : L'oscillateur vous devez utiliser un nouvel élément : un transformateur à deux enroulements dont l'un à prise intermédiaire.

Construction du Transformateur : Vous allez effectuer d'abord le premier enroulement du transformeur sur le mandrin que vous avez reçu avec le fil émaillé de 18/100. Appuyez, si vous pouvez, la partie cannelée par plusieurs tours de ruban adhésif afin de la rendre lisse. Puis en tournant dans la main gauche la partie lisse du mandrin, entourez de quelques tours de fil émaillé l'un des détjons de gauche en laissant 15 cm environ de longueur à l'extrémité libre du fil. Cette extrémité sera votre sortie N°1. Puis débutez votre bobinage en enroulant le fil en partant vers l'avant (figure 1a). Bobinez 15 spires de cette manière en les serrant l'une contre l'autre, sans chevauchement pour réaliser un bel enroulement dit "à spires jointives". Maintenant, vous allez réaliser la prise intermédiaire. Pour cela, sans couper le fil, faites une boucle de 10 cm environ de longueur que vous maintenez en place par un petit bout de ruban adhésif (figures 1b et 1c). Cette prise intermédiaire constitue la sortie N°2. Terminez maintenant la 2ème partie du premier enroulement en bobinant dans le même sens que précédemment 100 spires jointives (arrivé en bout de mandrin, vous revenez en bobinant une deuxième couche. Vous arrêtez votre enroulement en faisant quelques tours de fil sur le téton du bord situé dans le même axe que le téton du début d'enroulement. La fin de l'enroulement constitue la sortie N°3 et devra avoir 15 cm environ de long (figure 1d).

Puis vous allez maintenant recouvrir la totalité de l'enroulement par une couche de plessaph qui vous maintiendra en place par le ruban adhésif (figure 2a) ou peut utiliser aussi du ruban "scotch" seul. Maintenant, en partant du téton côté lisse diamétralement opposé à celui de la sortie 1 et en laissant 15 cm environ de fil libre pour la sortie N°4, bobinez 25 spires (toujours dans le même sens que pour le premier enroulement. Arrêtez la 25ème spire par un dernier ruban adhésif et consolidez la sortie N°5 en effectuant quelques tours sur le dernier téton restant libre.

Cependant, la bobine ne doit pas être terminée car elle n'est pas encore isolée. Vous allez maintenant faire la construction du transformateur final. Le transformateur est réalisé sur la plaque III. Le circuit de l'oscillateur automatisé est la préparation de la PLAQUE IV. Ce circuit est réalisé sur la plaque III et vous devrez au préalable décoller entièrement. Dessoudes tous les éléments en commençant par les transistors et la diode ; naturellement, vous veillerez à conserver tous ces éléments qui seront encore utilisés par la suite.

Prenez également la plaquette I de laquelle vous ôterez le potentiomètre P2 de 2MΩ avec son support ; vous devrez auparavant dessolder les fils connectés aux cosses du potentiomètre. Montez le potentiomètre P2 sur la plaquette III en disposant ses supports en CA 72 et CA 89 comme indiqué sur la figure 3. Ne soudez qu'en CA 72 MONTAGE ELECTRIQUE Comme à l'habitude vous commencerez le montage électrique en câblant les connexions entre cosses avant de monter les éléments. Câblez 50 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 68 et CA 71. Ne soudez qu'en CA 68. b) 60 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 84 et CA 88. Ne soudez qu'en CA 84. c) 30 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 88 et CA 89.Soudez aux deux points. d) 55 mm environ de fil isolé entre l'œillet de CA 71 et les cosses I et C du potentiomètre P2. Soudez aux trois points. e) 75 mm environ de fil isolé entre l'œillet de CA 70 et la cosse F de P2. Soudez aux deux points. Le câblage des connections est terminé, vous allez maintenant monter les éléments. Câbler f) entre les languettes de CA 68 et CA 85 le condensateur C 22 = 500 pF (ou 470 pF).

Ne soudez qu'en CA 68. g) entre les languettes de CA 69 et CA 87 le condensateur C 21 = 1 000 pF. Ne soudez qu'en CA 69. h) entre les languettes de CA 70 et CA 87 la résistance R 31 = 220 kΩ. Soudez aux deux points. Le câblage ainsi terminé est représenté en figure 3 sur laquelle vous pouvez faire un rapide contrôle visuel.

Vous pouvez ensuite monter le transformateur que vous avez réalisé en le vissant dans le trou F7 avec les cosses CA 68 et CA 69, vissez dans le transformateur le noyau magnétique ainsi que vous pouvez le voir en figure 4. soudez enfin les sorties du transformateur après les avoir dénudées et protégées par un vernis isolant. Les bornes sont : 1- sur la languette de CA 85 Sortie 3 ; 2- sur la languette de CA 86 Sortie 2 ; 3- sur la languette de CA 84 Vous pouvez voir toutes ces connexions en figure 5, sur laquelle j'ai tout simplement simplifié les éléments déjà montés sur la plaque. Cependant, vous devez savoir que la borne 1 est reliée à la borne 2. Ceci est dû au fait que nous avons utilisé un transformateur à deux enroulements. Ceci est normal. Nous allons donc procéder maintenant à la torsade rouge et noire d'alimentation munie de pinces crocodiles, que vous récupérerez sur le précédent montage, et soudez le fil rouge à la languette de CA 72 et le noir à la languette de CA 71, pour compléter l'oscillateur automatisé, il ne vous reste plus qu'à câbler le transistor SFT 308 en soudant ses sorties dans l'ordre suivant : Sortie C : sur l'œillet de CA 86 Sortie B : sur l'œillet de CA 87 Sortie E : sur l'œillet de CA 88 Et vous venez terminer le montage de l'oscillateur automatisé dont le circuit complet est reporté en figure 5. Vous allez pouvoir en effectuer les contrôles, visuel d'abord puis à l'aide du contrôleur. CONTROLE VISUEL CA 68 œillet connexion isolée à CA 71languette sortie 1 du transformateur languette sortie 1 du transformateursortie du condensateur C22 = 500pF (ou 470pF)CA 69 languette sortie 4 du transformateursortie du condensateur C21 = 1 000pF CA 70 œillet connexion isolée à F de P2 languette sortie de la résistance R 31 = 220kΩ CA 71 œillet

connexion isolée à CA 68connexion isolée à I et C de P2. languette fil noir de la torsade d'alimentation CA 72 œillet fil nu étamé support de P2. languette fil rouge de la torsade d'alimentation CA 84 œillet connexion isolée à CA 88 languette sortie 5 du transformateur CA 85 languette sortie 5 du transformateur C22 = 500pF CA 86 œillet sortie C du transistor SFT 308. languette sortie 2 du transformateur CA 87 œillet sortie B du transistor SFT 308. languette sortie du condensateur C21 = 1 000 pFSortie de la résistance R31 = 220kΩ CA 88 œillet sortie E du transistor SFT 308connexion isolée à CA 84connexion isolée à CA 89 CA 89 œillet connexion isolée à CA 88fil nu étamé support de P2 Sortie 1 : à la languette de CA 68 Sortie 2 : à la languette de CA 86 Sortie 3 : à la languette de CA 85 Sortie 4 : à la languette de CA 69 Sortie 5 : à la languette de CA 84 Sortie C : à l'œillet de CA 86 Sortie B : à l'œillet de CA 87 Sortie E : à l'œillet de CA 88 Cosse L : fil vers cosse Cfil vers cosse CA 71 Cosse C : fil vers cosse L Cosse F : fil vers cosse CA 70 CONTROLE AVEC L'APPAREIL DE MESURE Pour effectuer ce contrôle, il vous faudra alimenter le circuit sous 4,5 V que vous pouvez vous procurer en dessoudant les deux piles de la batterie que vous avez constituée lors des exercices précédents. En premier lieu, vous allez mesurer le courant absorbé par l'oscillateur au moyen du contrôleur du Cours Radio que vous devrez préparer pour la mesure des courants continus en gamme 1 mA L.M. en insérant la fiche banane rouge dans la borne LM et la noire dans la borne C.C. Pour éviter que l'insertion de l'instrument ne provoque une contre-réaction qui pourrait empêcher l'accrochage des oscillations, il est nécessaire de connecter aux bornes de l'appareil un condensateur de capacité élevée ; dans ce but vous utiliserez le condensateur électrochimique C20 de 100µF. Vous devez réaliser le circuit de mesure décrit en figure 6a : connectez la pince crocodile rouge de la torsade d'alimentation au pôle positif de la pile qu'il convient de disposer comme indiqué sur la figure : connectez la pince noire à la fiche rouge du contrôleur en bloquant en même temps la sortie positive du condensateur C20.

Approchez l'autre sortie du condensateur de la lame négative de la pile. A ce moment, tournez l'axe de commande du potentiomètre complètement à gauche et par l'intermédiaire de la fiche noire du contrôleur établissez le contact entre la sortie négative du condensateur C20 et le pôle négatif de la pile. En maintenant le contact vous noterez que l'instrument indique un certain courant. En tournant lentement P2 dans le sens direct, vous devez faire augmenter le courant indiqué par l'appareil jusqu'à un débit de 1 mA. Veillez à ne pas dépasser cette valeur, qui est la mieux adaptée pour obtenir un fonctionnement régulier de l'oscillateur. Vous ferez attention ensuite de ne pas modifier ce réglage.

Après avoir réglé le courant absorbé par l'oscillateur, détachez les deux pinces crocodiles et ôtez le condensateur C20. Préparez maintenant le circuit de mesure suivant, comme indiqué en figure 6b où n'est représentée que la partie de la plaquette intéressée par les connexions à effectuer qui sont repérées en traits gras. Prenez la diode détectrice et soudez sa connexion cathode (repérée) sur la languette de CA 71 : prenez le condensateur C24 = 2 000pF et soudez l'une de ses sorties sur la languette de CA 86 et l'autre à la sortie d'anode (non repérée) de la diode. Alimentez maintenant à nouveau l'oscillateur en branchant les pinces crocodiles à la pile (rouge au positif et noire au négatif). Pour effectuer la mesure, vous devrez laisser le contrôleur dans la même position que pour la mesure précédente et vous connecterez, pointe rouge à la cathode de la diode, pointe noire à l'anode de la diode. Si l'aiguille de l'instrument se déplace même légèrement de sa position de repos, vous pouvez en conclure que votre oscillateur automodulé fonctionne normalement. En effet, vous venez de mesurer la tension haute fréquence produite par l'oscillateur, tension qui est prélevée au collecteur par le condensateur C24 de 2 000pF et détectée par la diode aux bornes de laquelle vous avez connecté le contrôleur.

Celui-ci vous indique le passage d'un courant, qui même très petit est la preuve certaine de la présence d'une oscillation. Si vous n'avez aucun déplacement de l'aiguille, c'est que lors de la réalisation du transformateur, vous vous êtes trompé dans le sens du bobinage du deuxième enroulement. Mais ceci n'est pas grave et vous pouvez facilement y remédier en inversant entre elles les sorties 4 et 5 du transformateur, c'est-à-dire en connectant la sortie 4 à CA 84 et la sortie 5 à CA 69. Ce test étant terminé, vous devez dessouder la diode et le condensateur C24 de la plaquette qui ne servent qu'à effectuer la mesure. Vous arrêterez ici le contrôle de l'oscillateur automodulé qui ne pourra être complètement vérifié que quand vous aurez réalisé le récepteur.

Auparavant, toutefois, voyons brièvement comment fonctionne cet oscillateur que vous venez de construire. OSCILLATEUR AUTOMODULE - CIRCUIT ET FONCTIONNEMENT Les oscillateurs à fréquence radio sont, dans leur principe, similaires à ceux étudiés dans les leçons précédentes, c'est-à-dire qu'ils possèdent un réseau de réaction entre la sortie et l'entrée d'un amplificateur.

L'étude de ces circuits ayant été effectuée très largement dans les leçons théoriques, je me bornerai ici à une simple description de l'émetteur qui comme je vous l'ai déjà dit est constitué par un oscillateur H.F. d'un type particulier. En observant le schéma de la figure 7, vous verrez immédiatement le montage en émetteur commun du transistor : la polarisation de base dépend de la résistance totale du circuit de base déterminée par R31et le rhéostat P2. La charge d'utilisation est représentée par la section S1 du transformateur (T). Comme le primaire (P) du transformateur possède une prise intermédiaire (B), cet enroulement fonctionne en autotransformateur dans lequel A est le commun, B l'entrée et Cla sortie. Entre B et A est injecté le signal de sortie de l'amplificateur. Le signal de sortie de l'autotransformateur apparaît entre Cét A. Les deux signaux ont la même forme, mais leurs amplitudes sont différentes : entre Cét A l'amplitude est plus grande en raison du plus grand nombre de spires. L'enroulement primaire et le condensateur C22 forment un circuit résonnant qui, pour les valeurs de l'inductance et de la capacité, fonctionne à 600 kHz (environ). Ainsi la fréquence de résonance du circuit est située dans la gamme des Petites ondes. En outre ce même circuit résonnant couple par son enroulement secondaire S et la capacité C21 le collecteur à la base et produit ainsi une réaction entre la sortie et l'entrée du transistor. Le fait de placer le circuit résonnant dans le système de réaction, fait que l'oscillation se produit exclusivement sur la fréquence de ce circuit (600 kHz) c'est-à-dire dans la gamme P.O, alors que l'oscillateur accordé de la 7ème leçon pratique fonctionnait sur la fréquence de son circuit de réaction qui était à basse fréquence. FONCTIONNEMENT L'oscillateur que vous avez réalisé dans la leçon pratique 7, fournissait un signal d'amplitude constante ainsi que le prouvait le son constant produit. Au contraire ici, l'oscillateur automodulé produit un signal dont la forme est reproduite en figure 8 où vous voyez apparaître une succession de "trains" d'ondes HF à 600 kHz distants entr'eux d'une période (T) : 0,25 milliseconde (environ). La fréquence H.F. qui apparaît à chacun des trains d'ondes est celle déterminée par le circuit résonnant mais l'amplitude de ce signal varie périodiquement à partir des instants t1, t2, t3 etc ... l'amplitude augmente rapidement en présentant un front raide pour atteindre une valeur maximum de 12 V de crête à crête puis ensuite elle diminue plus lentement et s'annule assez rapidement.

Tout se passe comme si l'onde HF à 600 kHz produite dans l'oscillateur se trouvait modulée par un signal de fréquence acoustique ayant une période de 0,25 ms. Vous pouvez calculer la fréquence de ce signal par la formule : F = 1/(0,25 ms) = 1/(0,00025 s) = (100 000)/25 = 4 000 Hz (environ) Comme aucun signal de modulation extérieur à l'oscillateur ne lui est appliqué, vous pouvez en déduire que la modulation se crée dans les circuits mêmes de l'oscillateur ; c'est pour cela qu'il est dit OSCILLATEUR AUTOMODULE. Ce phénomène particulier de modulation est dû à l'influence exercée sur le circuit de base par la répétition des charges et décharges du condensateur C21. La fréquence des cycles de charges et de décharges de C21 à travers le circuit de base dépend de la valeur de capacité du condensateur, de la résistance totale R31 et P2 et de la résistance base-émetteur du transistor. En augmentant la résistance de P2 vous augmenterez la durée du cycle de charge et de décharge.

Inversement, en diminuant P2, cette durée diminue. Puisque le signal de modulation tombe dans la gamme des fréquences acoustiques (environ 4 000 Hz) et que la fréquence radio se trouve dans la gamme P.O, il est possible de contrôler le fonctionnement de l'émetteur en se servant d'un récepteur radio normal accordé autour de 600 kHz. Si vous disposez d'un tel récepteur radio, je vous conseille vivement d'effectuer ce contrôle de fonctionnement. Allumez pour cela le récepteur et recherchez aux environs de 600 kHz, la fréquence modulée produite par votre émetteur. Il vous faut pour cela approchez votre émetteur de la borne antenne du récepteur. Vous pouvez aussi brancher un fil dans la borne antenne et le mettre à proximité de la bobine de l'oscillateur. Dans la prochaine leçon, vous réaliserez un récepteur de contrôle. Fin du cours 14 Vous avez réalisé dans la dernière leçon, un émetteur de télécommande. Vous avez certainement eu la possibilité de le vérifier à l'aide d'un récepteur radio. Aujourd'hui, vous réaliserez un récepteur BF à 3 étages comprenant un étage détecteur. RECEPTEUR POUR LE CONTROLE DE L'EMETTEUR - REALISATION La construction du récepteur pour le contrôle de l'oscillateur automodulé comprendra 3 phases qui sont : la réalisation de la bobine nécessaire pour la réception, le montage du circuit détecteur sur une plaquette et la réalisation de

l'amplificateur basse fréquence qui consistera en une modification du circuit actuellement monté sur la plaquette I.

CONSTRUCTION DE LA BOBINE PREPARATION DU SUPPORT DE BOBINE Avant toute chose, enlevez les 2 bobins (PO et GO) du ferrite et rangez-les soigneusement. Elles vous serviront ultérieurement pour le récepteur superhétérodyne. Maintenant, prenez une feuille de carton mince et découpez un rectangle de 100 x 40 mm. Enroulez le carton autour du bâtonnet ferrite (deux à trois tours doivent suffire) de façon à réaliser un support de 40 mm de long. Enroulez autour de ce support, un ruban adhésif (type scotch) de façon à obtenir un mandrin pouvant coulisser sur le bâtonnet ferrite (figure 1a) Vous réaliserez la bobine sur le tube de carton avec du fil émaillé de 18/100 que vous avez déjà utilisé dans la construction du transformateur de l'oscillateur automodulé. Dans ce cas encore, vous fixerez le fil avec du ruban adhésif. Fixez le fil à environ 6 mm d'une extrémité du tube de carton, comme vous pouvez le voir en figure 1a.

Notez qu'avant le ruban adhésif vous devez laisser environ 70 mm de fil pour constituer la sortie 1 de la bobine. Enroulez maintenant 24 spires dans le même sens que celui adopté pour le transformateur en ayant soin de les ranger bien régulièrement sans chevauchement, à spires jointives. A la fin de la 24ème spire effectuez la sortie 2 pour la prise intermédiaire de façon que sa longueur soit de 70 mm : procédez ici comme en pratique 14. Complétez enfin le transformateur en bobinant 72 spires que vous devrez enrouler dans le même sens que l'enroulement précédent. A la fin de la dernière spire, fixez le fil par du ruban adhésif avant de le couper de façon à laisser 70 mm pour la sortie 3. La construction de la bobine est terminée et vous ne devez pas oublier de dénuder sur 10mm et d'étamer l'extrémité de chaque sortie pour pouvoir aisément la souder par la suite. MONTAGE DU CIRCUIT DETECTEUR Au préalable, vous devez préparer la plaquette sur laquelle vous monterez le circuit détecteur. Pour cela vous prendrez la plaquette II et la couperez, comme indiqué en figure 1b entre les cosses CA 40, CA 41 et CA 55, CA 56 en utilisant une cisaille si possible à larges becs (ou à l'aide d'une scie). Pour le montage, vous utiliserez la plaquette munie de 12 cosses numérotées ce CA 35 à CA 40 et de CA 50 à CA 55 que nous appellerons la plaquette II'. En premier lieu, rabattez parallèlement à la plaquette les languettes de CA 35 et CA 50. Vous allez maintenant pouvoir effectuer les premières connexions du circuit de détection d'après les indications suivantes : câblez 40 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 51 et CA 53. Soudez aux deux points. câblez 30 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 37 et CA 38.

Soudez aux deux points. Les deux connexions effectuées sont indiquées à la figure 1b. Vous allez monter maintenant les éléments électriques des circuits indiqués en figure 2.

Câblez maintenant : entre les languettes CA 38 et CA 53 la résistance R 38 = 47 kΩ. N'effectuez aucune soudure, entre les mêmes languettes CA 38 et CA 53 le condensateur C 24 = 2 000 pF. Soudez aux deux points. entre les languettes CA 37 et CA 52 la diode détectrice, cathode (repérée) en CA 52. Ne soudez qu'en CA 37. entre les languettes de CA 36 et CA 51 le condensateur C 23 = 100 pF. Ne soudez qu'en CA 36. Maintenant, vous pouvez monter sur la plaquette II', la bobine précédemment réalisée. Pour la fixer vous pouvez opérer comme suit : à l'aide d'une pointe à tracer percer un petit trou comme sur la figure 2 (attention à ne pas vous percer le doigt !). coupez environ 60 mm de fil de cuivre étamé que vous recouvrirez entièrement de souplisso. disposez la bobine sur la plaquette II' entre les cosses CA 35 et CA 50 de façon que sa sortie 1 se trouve du côté de la cosse 50. remplacez en U le fil de cuivre nu recouvert de souplisso et enfleiez ses extrémités de part et d'autre de la bobine et dans le trou ainsi que vous pouvez le voir en figure 2 : pour fixer la bobine, il ne vous reste plus qu'à replier contre la plaquette les bouts de fil étamé qui dépassent sous la face externe de la plaquette. vous pouvez aussi tout simplement maintenir la bobine contre la plaquette, à l'aide de deux morceaux de ruban adhésif. Soudez enfin les sorties de la bobine dans l'ordre suivant : Sortie 1 : sur la languette de CA 51 Sortie 2 : sur la languette de CA 52 Sortie 3 : sur la languette de CA 36 Le montage du circuit détecteur est terminé et vous allez pouvoir passer au montage de l'amplificateur basse-fréquence, les contrôles seront effectués ensuite. MONTAGE DE L'AMPLIFICATEUR BASSE-FREQUENCE Ainsi que je vous l'ai déjà dit, cet amplificateur sera réalisé sur la plaquette I, dont vous allez modifier le circuit qui s'y trouve actuellement monté. Pour cela, prenez cette plaquette et commencez la préparation en décablant les éléments indiqués ci-après : Dessoudez : la résistance R 21 = 6,8 kΩ des cosses CA 2 et CA 20. le condensateur C5 = 20 kpF des cosses CA 3 et CA 20. le condensateur C2 = 40 kpF des cosses CA 7 et CA 24. la résistance R 18 = 3,9 kΩ des cosses CA 13 et CA 29. la connexion des cosses CA 12 et CA 34. les sorties du transformateur T 1 des cosses CA 16, CA 17, CA 33 et CA 34. la connexion des cosses CA 15 et CA 33. A ce point, vous avez terminé le travail de préparation et la plaquette doit se présenter comme en figure 3 dans laquelle les éléments et les connexions supprimés sont représentés en pointillés. Vous allez passer maintenant à la réalisation de l'amplificateur en complétant le circuit resté sur la plaquette par l'adjonction de connexions et d'éléments nouveaux, suivant les instructions suivantes : Câblez : 75 mm environ de fil isolé entre les languettes de CA 4 et CA 19. Soudez aux deux points. 75 mm environ de fil isolé entre les languettes de CA 13 et CA 29. Soudez aux deux points. 50 mm environ de fil isolé entre les languettes de CA 12 et CA 15.

Soudez aux deux points. 75 mm environ de fil isolé entre les œillets de CA 15 et CA 34. Soudez aux deux points. entre les mêmes languettes CA 6 et CA 23 le condensateur électrochimique C7 = 100µF, sortie positive en CA 6. Soudez aux deux points. si vous n'avez pas déjà monté lors de la leçon pratique sur le capacimètre, le condensateur C6 = 100µF entre les languettes de CA 10 et CA 27, câblez-le maintenant sur ces cosses, sortie positive en CA 10. Soudez aux deux points. câblez entre les languettes de CA 14 et CA 31 le condensateur électrochimique C16 = 100µF, sortie positive en CA 14. Soudez aux deux points.

montez le transformateur T 2 sur la plaquette de façon que son côté à 3 sorties se trouve vers les cosses CA 33 et CA 34. Soudez ses sorties.

Sortie 1 : sur la languette de CA 33 Sortie 3 : sur la languette de CA 34 Sortie 4 : sur la languette de CA 17 Sortie 5 : sur la languette de CA 16 La sortie 2 restant libre, vous devrez éviter de la mettre en contact avec quoi que ce soit. prenez le haut-parleur et soudez-en le fil rouge de la torsade à la languette de CA 16 et le fil noir à la languette de CA 17. Le circuit de l'amplificateur est ainsi terminé et doit se présenter comme indiqué en figure 4 sur laquelle les nouvelles connexions ont été représentées en traits gras. REALISATION DU RECEPTEUR Vous allez maintenant pouvoir effectuer la réalisation du récepteur en réunissant, mécaniquement et électriquement les plaquettes I et II'.

Rapprochez pour cela les deux plaquettes comme indiqué en figure 5, c'est-à-dire de façon que la cosse CA 40 de la plaquette II' soit à côté de la cosse CA 1 de la plaquette I et la cosse CA 55 de II' à côté de la cosse CA 18 de I. Pour réunir mécaniquement les deux plaquettes, procédez comme suit : câblez 15 mm de fil nu étamé entre les œillets de CA 1 et CA 40. Soudez aux deux points. câblez 15 mm de fil nu étamé entre les œillets de CA 18 et CA 55. Soudez aux deux points. Il ne vous reste plus maintenant qu'à effectuer les connexions électriques entre les deux plaquettes. Dans ce but procédez comme suit : câblez 70 mm environ de fil isolé entre les languettes de CA 1 et CA 53. Soudez aux deux points. câblez entre les languettes de CA 2 et CA 38 le condensateur C4 = 40kpF (ou 50kpF). Soudez aux deux points. Ces connexions sont repérées en trait gras sur la figure 5. Le récepteur est terminé et vous allez pouvoir passer au contrôle visuel puis avec l'appareil de mesure. CONTROLE VISUEL En ce qui concerne la plaquette I le contrôle

n'intéressera que les connexions et éléments montés au cours de cette leçon. CA 36 languette sortie 3 de la bobinesortie du condensateur C23 = 100pF CA 38 œillet connexion isolée à CA 38 languette anode (non repérée) de la diode détectrice CA 38 œillet connexion isolée à CA 37 languette sortie de la résistance R38 = 47kΩSortie du

condensateur C24 = 2 000pF (ou 2200pF)sortie du condensateur C4 = 40kpF (ou 50kpF) CA 40 œillet fil nu étamé allant à CA 1 CA 51 œillet connexion isolée à CA 53 languette sortie 1 de la bobinesortie du condensateur C23 = 100pF CA 52 languette sortie 2 de la bobinecathode (repérée) de la diode détectrice CA 53 œillet connexion isolée à CA 51

languette sortie de la résistance R 38 = 47 kΩSortie du condensateur C24 = 2 000pFconnexion isolée à CA 1 CA 55 œillet fil nu étamé allant à CA 18 Sortie 1 : à la languette de CA 51 Sortie 2 : à la languette de CA 51 Sortie 3 : à la languette de CA 36 CA 1 œillet fil nu étamé allant à CA 40 languette connexion isolée à CA 53 CA 2 languette sortie du condensateur C4 = 40 kpF (ou 50 kpF) CA 4 languette connexion isolée à CA 19 CA 6 languette sortie positive du condensateur C7 = 100µF CA 10 languette sortie positive du condensateur C6 = 100µF CA 12 languette connexion isolée à CA 15 CA 13 languette connexion isolée à CA 29 CA 14 languette sortie positive du condensateur C16 = 100µF CA 15 œillet connexion isolée à CA 34 languette connexion isolée à CA 12 CA 16 languette fil rouge de la torsade du haut-parleursortie 5 du transformateur T2 CA 17 languette fil noir de la torsade du haut-parleursortie 4 du transformateur T2 CA 18 œillet fil nu étamé allant à CA 55 CA 19 languette connexion isolée à CA 4 CA 23 languette

sortie négative du condensateur C7 = 100µF CA 27 languette sortie négative du condensateur C6 = 100µF CA 29 languette connexion isolée à CA 13 CA 31 languette sortie négative du condensateur C16 = 100µF CA 33 languette sortie 1 du transformateur T2 CA 34 œillet connexion isolée à CA 15 languette sortie 3 du transformateur T 2 Sortie 1 : à la languette de CA 33 Sortie 2 : libre Sortie 3 : à la languette de CA 34 Sortie 4 : à la languette de CA 17 Sortie 5 : à la languette de CA 16 Avant ainsi terminé le contrôle visuel et éliminé les éventuelles erreurs de connexion, vous pouvez passer au contrôle à l'aide de l'appareil de mesure. CONTROLE AVEC L'APPAREIL DE MESURE Ce contrôle consiste en la mesure des tensions sur les sorties des trois transistors employés dans le récepteur. Pour cela commutuez votre contrôleur en gamme 10 volts continus et connectez le récepteur à une pile de 4,5V au moyen des fils torsadés munis de pinces crocodiles (la rouge au pôle positif et la noire au pôle négatif). Dans le tableau de la figure 6, sont indiquées les cosses où vous devez placer les pointes de touche du contrôleur et les valeurs de tensions correspondantes que vous devrez trouver. Vous vous rappellerez comme d'habitude qu'une tolérance de ± 20 % est acceptable. Si vous trouvez des valeurs nettement différentes, cela serait dû à quelque élément défectueux du circuit ou à une

erreur de câblage. Dans le premier cas, vous devrez vérifier à l'ohmmètre les différents éléments après les avoir dessoudés du circuit. Ayant terminé ce contrôle, vous pouvez passer au contrôle de fonctionnement. CONTROLE DE FONCTIONNEMENT Pour effectuer ce contrôle, vous utiliserez d'une part les deux circuits montés au cours de cette leçon et d'autre part l'émetteur réalisé dans la précédente leçon. En premier lieu, disposez sur votre table de travail le récepteur dans la bobine duquel vous enfilerez le bâtonnet de ferrite, comme indiqué en figure 7 et connectez sa torsade d'alimentation à une pile de 4,5V (rouge au pôle positif et le noir au négatif). Prenez alors l'oscillateur automodulé et connectez sa torsade d'alimentation à une seconde pile de 4,5V (rouge au + et noir au -). Disposez maintenant la plaquette de l'oscillateur automodulé à proximité du récepteur comme indiqué en figure 7 de façon à présenter le transformateur de l'oscillateur horizontalement et parallèle à la bobine du récepteur, à une distance de 10 cm environ de celle-ci. La plaquette III devra pour cela être disposée verticalement et tenue avec une main. A ce moment, le haut-parleur du récepteur émettra un son continu et en déplaçant le bâtonnet ferrite dans la bobine, vous trouverez une position pour laquelle vous obtiendrez un maximum d'intensité du son. Si maintenant vous éloignez lentement l'oscillateur du récepteur, vous pourrez constater que l'intensité du son produit diminue de plus en plus pour finalement s'annuler totalement pour une certaine distance entre les deux appareils. Cette distance n'est pas très grande mais je vous rappelle que ce test n'avait pour seul but que de vérifier le fonctionnement correct de l'oscillateur automodulé et de prouver ainsi qu'il émet une succession de trains d'ondes à 600kHz qui rayonnent dans l'espace avoisinant. Le récepteur a pour but de capter ces trains d'ondes, de les détecter pour obtenir des impulsions de tension avec une fréquence de 4 000Hz environ qui sont enfin amplifiées pour que le haut-parleur les rende audibles sous forme d'une note continue. Remarquez enfin que l'intensité du son diminue également lorsque, en maintenant constante la distance entre les deux appareils, vous tournez l'oscillateur de façon que son transformateur ne soit plus parallèle à la bobine du récepteur. Vous pouvez même trouver une position pour laquelle le son s'annule complètement. Vous trouverez plus loin l'explication de ce comportement, dans la description du récepteur. RECEPTEUR DE CONTROLE DE L'EMETTEUR - CIRCUIT ET FONCTIONNEMENT En figure 8 est dessiné le schéma électrique du récepteur, la partie du dessin en traits fins représente l'AMPLIFICATEUR B.F. tel qu'il se trouve après la modification apportée à l'oscillateur de la 13ème leçon pratique ; la partie en pointillé indique les éléments décablés de l'oscillateur et la partie en traits gras représente le CIRCUIT DE DETECTION AMPLIFICATEUR L'amplificateur BF est formé de trois étages : deux de ceux-ci, le premier et le troisième sont stabilisés en courant continu par pont de base (R14, R15 et R9, R19) et par résistance d'émetteur (R7 et R3) ; l'étage intermédiaire est stabilisé par la seule résistance R1.

Les condensateurs C7, C6 et C16 servent à supprimer en alternatif la contre-réaction introduite respectivement par les résistances R7, R1 et R3 ; les condensateurs C1, C3 et C4 servent à la liaison entre les étages. A la différence de l'amplificateur de la pratique 8, l'utilisation est prélevée dans le circuit de collecteur comme on le fait généralement dans les amplificateurs à tubes. DETECTEUR - ANTENNE A FERRITE Le circuit d'entrée est constitué par la bobine L et le condensateur C23 qui forment un circuit résonnant, accordable sur la fréquence de l'émission. L'accord s'effectue par le réglage de la position du bâtonnet de ferrite dans la bobine qui fait ainsi varier son inductance et par conséquent la fréquence d'accord du circuit résonnant. La diode, la résistance R38 et le condensateur C24 sont les éléments du circuit de détection, qui est semblable à celui du récepteur bien connu, à gaine. Le signal BF détecté par la diode et présent aux bornes du circuit de détection R38 – C24 a la forme représentée en figure 9. En comparant ce graphique à celui de la figure 8, de la pratique 14, vous noterez que pour chaque train d'ondes, vous avez une impulsion de tension négative. L'amplitude de ces impulsions qui se succèdent avec la même fréquence que le signal de modulation, est de l'ordre du millivolt et de plus dépend de la distance entre émetteur et récepteur. La valeur de 60 mV, notée sur ce graphique n'est donnée qu'à titre indicatif. La sensibilité d'antenne est déterminée presque exclusivement par les propriétés magnétiques du bâtonnet de ferrite, qui avec la bobine L du circuit résonnant forme un type particulier d'antenne de grande sensibilité : l'ANTENNE A FERRITE appelée également CADRE A FERRITE du fait de sa grande directivité. Comme ce type d'antenne est très utilisé dans les récepteurs de poche et les portables à transistors afin d'en accroître la sensibilité, tout en gardant un encombrement réduit, je vais vous en indiquer le principe de fonctionnement. FONCTIONNEMENT DE L'ANTENNE FERRITE L'onde électromagnétique rayonnée dans l'espace produit en chaque point de cet espace deux champs de forces variables : l'un électrique et l'autre magnétique. Si une bobine est soumise à l'action d'une onde de façon que les lignes de forces du champ magnétique soient parallèles à son axe, elle sera le siège d'une force électromotrice qui, par le phénomène connu de l'induction électromagnétique variera alternativement avec le champ magnétique et aura la même fréquence que l'onde radio. La valeur de la force electromotrice (Fém) induite dépend du flux des lignes de forces du champ électromagnétique et de l'inductance de la bobine : en outre elle est maximum, quand l'axe de la bobine est parallèle aux lignes de forces et nulle lorsque l'axe de la bobine est perpendiculaire à ces mêmes lignes de forces. Dans les positions intermédiaires, la Fém induite aura des valeurs intermédiaires entre le maximum et le zéro. Imaginons de placer la bobine dans la position la plus favorable par rapport à la direction du champ électromagnétique de l'onde, c'est-à-dire comme en figure 10. Pour mettre en évidence que le champ varie dans le temps, les phénomènes ont été représentés à deux instants : t1 quand les lignes de forces sont orientées de haut en bas juste avant que la demi-onde n'atteigne sa valeur maximale ; t2 quand les lignes de forces sont orientées de bas en haut, juste avant que la demi-onde suivante n'atteigne sa valeur maximale. Le flux des lignes de force est représenté par le nombre de flèches qui sont équilibrantes. Notez que le flux magnétique reste quasiment invariable dans le vide ou dans l'air, alors qu'il augmente notablement dans le ferrite. Ceci est dû aux propriétés magnétiques du milieu de transmission : le vide et l'air ont la même perméabilité magnétique alors que les ferrites ont une perméabilité très supérieure. L'action du matériau magnétique (le ferrite) est de "ramasser" dans son volume les lignes de forces éparses aux alentours et qui de ce fait sont obligées de passer à l'INTERIEUR de la bobine y produisant ainsi une Fém plus importante. On obtient ainsi une amplitude de signal suffisante qui permet de se passer d'une antenne extérieure au récepteur. Ainsi qu'il a été montré plus haut, il est toutefois nécessaire de placer l'axe de la bobine parallèlement aux lignes de forces et donc d'orienter le récepteur de façon à obtenir le maximum de rendement ainsi que vous avez pu vous-même le constater pendant le contrôle de fonctionnement. Dans la prochaine leçon, vous terminerez l'expérience de télécommande en construisant un récepteur approprié (détecteur lumineux). Fin du cours 15 Suite des cours page suivante Basic Electronics About The Book: This updated edition is a suitable introduction for both student and amateur electronics theory and practice.

It leads the reader through a preliminary understanding of the underlying electronic sciences, building basic circuits, learning the roles of components, applying digital theory and the possibilities of innovation by combining sensors, engines, and microcontrollers. Information about the book: Title: Basic Electronics. Language: English. Size: 25.1 MB. Pages: 836. Format: pdf. Year: 2010. Edition: 1. Author: Debashis De. Contents of the book: Chapter 1: Semiconductor Fundamentals. Chapter 2: Diode Fundamentals. Chapter 3: Diode Circuits. Chapter 4: BJT Fundamentals. Chapter 5: BJT Circuits. Chapter 6: Field-Effect Transistor. Chapter 7: FET Circuits. Chapter 8: Special Semiconductor Devices. Chapter 9: Feedback Amplifier. Chapter 10: Fundamentals of Integrated Circuit Fabrication. Chapter 11: Operational Amplifier. Chapter 12: Oscillators. Chapter 13: Digital Electronic Principles. Chapter 14: Electronic Instruments. Click here to buy on Amazon The Best Free Books for Learning Electronics: Download Pro Arduino. Download MATLAB Programming Fundamentals. Download Basic Electronics. Download Wireless Technologies Circuits. Download 3000 Solved Problems in Electric Circuits. Download Principles of Transistor Circuits. Download Learn Electronics with Raspberry Pi. Download Electrical Circuits an Introduction. Download Make Electronics. Download Beginning Arduino.