



Travaux pratiques en électronique analogique

Dr. TEFFAHI Abdelkader

Table de matière

Introduction :	3
TP N° 01 : Étude d'un quadripôle en continu	4
TP N°2 : Diodes, caractéristique et applications.	9
TP n°3 Transistor bipolaire caractéristique et applications.	18
TP n°4 Transistor à effet de champ : caractéristique et applications.	24
TP n°5 Amplificateur de puissance classe « AB ».	27
TP n°6 : Les oscillateurs sinusoïdaux.	29
a. Oscillateur Colpitts.	29
b. Oscillateur à déphasage RC :	30
c. Oscillateurs à pont de Wien	31
TP n°7 Amplificateur opérationnel	32
TP n°8 Les Bascules	36
a. Astable :	36
b. Monostable :	38
c. Montage bistable :	39
d. Trigger de Schmitt :	40
TP n°9 Les filtres	42
Conclusion	44
Références :	45
Annexe : un simple exemple pour débiter avec Multisim	46

Figure1.0-1 Représentation du quadripôle.....	4
Figure 1.0-2 quadripôle en T	6
Figure 1-3 Montage de simulation du quadripôle en T.....	8

Introduction :

La conception des circuits électroniques nécessite multiples essais et optimisations, ou la réalisation des circuits réels consomme plus de temps et d'argent. La simulation permet de vérifier le bon fonctionnement et l'optimisation des circuits avant la production en masse, la simulation peut être un outil pédagogique en dehors de son utilisation à des fins industrielle. Multisim [1] de National instruments est un logiciel de simulation qui permet de simuler une grande gamme de circuits comprenant des diodes et des transistors commerciaux.

Alors, ces travaux pratiques s'adressent aux étudiants de la première année génie électrique de la filière traction électrique, qui par la suite permettra aux étudiants de mettre en évidence les connaissances acquises dans le cours d'électroniques analogiques.

Compte tenu de la situation vécue, causée par le coronavirus, nous avons réalisé les TP à l'aide du logiciel **MULTISIM**, qui est développé par la société National Instruments (NI) à des fins d'enseignement et de recherche.

TP N° 01 : Étude d'un quadripôle en continu

1. Objectif du TP :

On se propose d'étudier sur un cas particulier (quadripôle en T symétrique) et en régime continu certaines matrices (matrice d'impédance et matrice de transmission) et certaines caractéristiques des quadripôles passifs (la symétrie des quadripôles, impédance caractéristique et le transfert maximum de la puissance).

2. Rappels théoriques :

Un quadripôle est un réseau qui communique avec l'extérieur par deux paires de bornes. Nous limiterons notre étude au quadripôle passif (ne comportant que des éléments linéaires passifs). Les conventions de signe pour les courants et les tensions sont définies sur la figure(1).

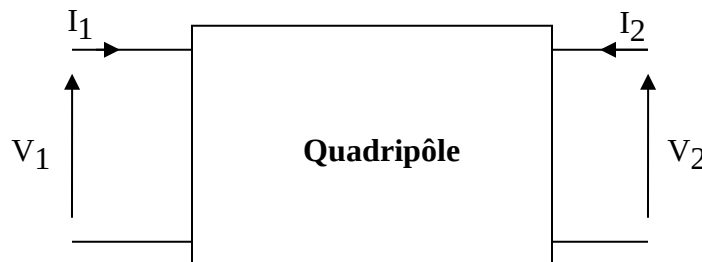


Figure1.1. Représentation du quadripôle

- **Matrice impédance** : quelle que soit la complexité du circuit du quadripôle on peut toujours exprimer les tensions V_1 et V_2 en fonction des courants I_1 et I_2 par deux équations de la forme :

$$\begin{cases} V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 \\ V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 \end{cases}$$

Où les quatre impédances Z_{ij} constituent la matrice d'impédance.

- **Matrice de chaîne ou de transmission :**

Elle est fort utile pour les associations en cascade où les variables d'entrées sont exprimées en fonction des variables de sorties, les quatre éléments A, B, C et D constituent la matrice de transfert T

$$\begin{cases} V_1 = A V_2 - B I_2 \\ I_1 = C V_2 - D I_2 \end{cases}$$

Quadripôle symétrique :

Un quadripôle est symétrique lorsque son retournement ne modifie pas les tensions et courants d'entrée et de sortie. On montre que pour un quadripôle passif symétrique on a respectivement dans les matrices Z et T les relations :

$$Z_{11} = Z_{22} \text{ et } A=D.$$

Impédance caractéristique :

C'est l'impédance particulière Z_C telle que, si on la branche en sortie du quadripôle, l'impédance vue des bornes d'entrée est elle aussi égale à Z_C .

3. Préparation-Manipulation :

On étudiera le quadripôle en T dessiné sur la figure(2)

- 1) Exprimer les éléments de la matrice d'impédance et de la matrice transmission en fonction de R_1, R_2, R_3 .
- 2) vérifier que $AD - BC = 1$ et $Z_{11} = Z_{22}$
- 3) Quelle est la condition pour que le quadripôle soit symétrique dans ce cas, trouver l'expression donnant Z_{en} fonction de A, B, C et D pour cela utiliser les deux équations de transfert et les deux relations $V_2 = -Z_C I_2$ et $\frac{V_1}{I_1} = Z_C$.

Mettre le résultat sous la forme :

$$Z_C = \sqrt{Z_{CC} Z_{CO}}$$

ou Z_{CC} impédance d'entrée ou sortie court-circuit

Z_{CO} impédance d'entrée ou sortie circuit ouvert

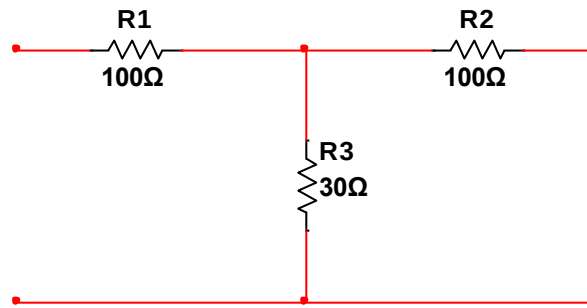


Figure 01.2. Quadripôle en T

4. Simulation et résultats :

On alimentera le quadripôle sous 10V continu par l'entrée ou par la sortie selon les mesures à faire.

- 1) En effectuant les différentes mesures des tensions et courants lorsque la sortie est en court-circuit, puis sortie circuit ouvert, puis l'entrée en court-circuit ...

En déterminera les éléments Z_{11} , Z_{12} , Z_{21} , Z_{22} et A, B, C, D des matrices. Pour cela :

- 1) alimenter le circuit par l'entrée
 - a) laisser la sortie circuit ouvert ($I_2=0$) mesurer I_1 , V_1 , V_2 en déduire Z_{11} , Z_{21} , A et C.
 - b) court-circuiter la sortie ($V_2=0$) Mesurer I_1 , V_1 , I_2 en déduire B et D.
- 2) alimenter le circuit par la sortie, l'entrée est en circuit ouvert ($I_1=0$) Mesurer I_2 , V_1 , V_2 en déduire Z_{12} et Z_{22} .

Mesure de l'impédance Z_C

Le circuit est maintenant alimenté par l'entrée

- a) Laisser la sortie e circuit ouvert, Mesurer l'impédance d'entrée Z_{CO} par la méthode de la demi-déviatiion.
- b) Court-circuiter la sortie et mesurer l'impédance d'entrée Z_{CC} par la méthode de la demi-déviatiion.

Calculer Z_C

- 3) Réaliser le montage de la figure (3)

$V_1=10V$ faire varier R_U de 20Ω à $10K\Omega$ et compléter le tableau suivant :

1. Tracer $\frac{V_1}{I_1}$ et $\frac{V_2}{I_2}$ En fonction d' I_2 . En déduire Z_C .
2. Tracer sur le même graphe P_2/P_1 en fonction d' I_2 .
3. Pour quelle valeur de R_U ce rapport est-il maximal ? Pour cette valeur de R_U le quadripôle transmet le maximum de la puissance à la charge.
Expliquer pourquoi ?

$R_U(\Omega)$	V_1	I_1	V_2	I_2	P_1	P_2
20						
50						
80						
100						
120						
130						
140						
170						
200						
500						
1000						
5000						
10000						

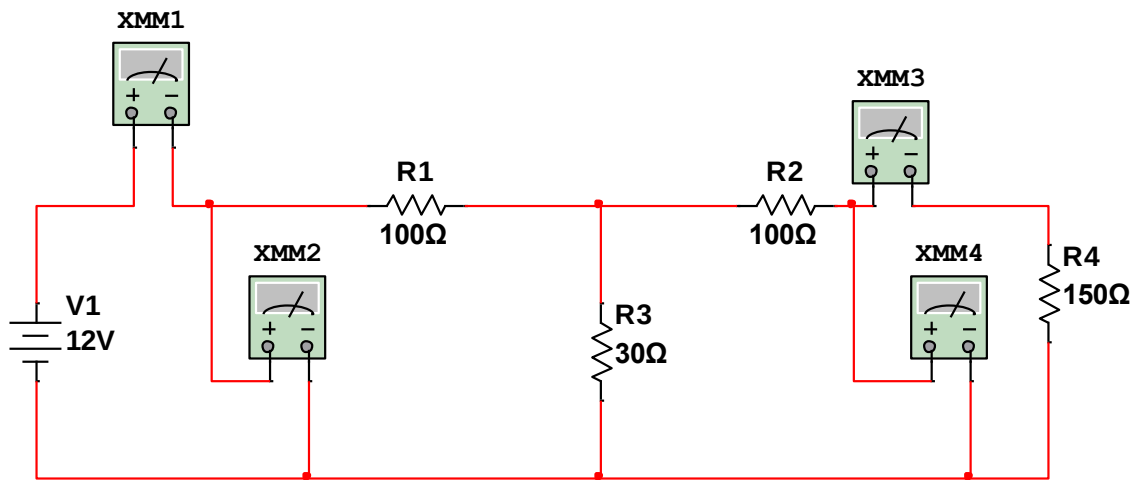


Figure 01.3. Montage de simulation du quadripôle en T

TP N°2 : Diodes, caractéristique et applications.

1. Objectif

L'objectif de ce TP est de relever la caractéristique $I(V)$ d'une diode (jonction PN) et d'étudier trois de ses applications, à savoir : le circuit à double écrêtage, le redresseur à simple alternance et le redresseur à doubles alternances.

2. Rappels théoriques

La diode est le composant le plus simple pour faire la fonction de commutation.

L'équation caractéristique de la diode est $I_D(V) = I_0(e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$

Avec I_0 courant de saturation, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ constante de Boltzmann, T la température en Kelvin et $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ cb}$ la charge.

Redresseur monophasé mono-alternance :

On peut utiliser la diode pour redresser une tension sinusoïdale, la figure montre un exemple de circuit redresseur mono-alternance.

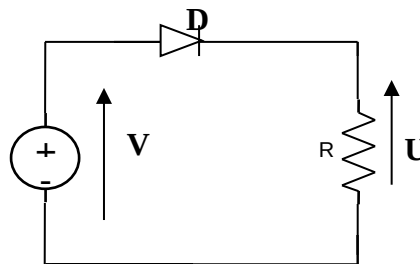


Figure 2.1. Circuit redressement mono-alternance

Lors d'une alternance positive la diode est polarisée en direct et un courant passe dans la résistance R , lors d'une alternance négative la diode est bloquée et la sortie est nulle. Le signal recueilli sur la résistance R est de la forme :

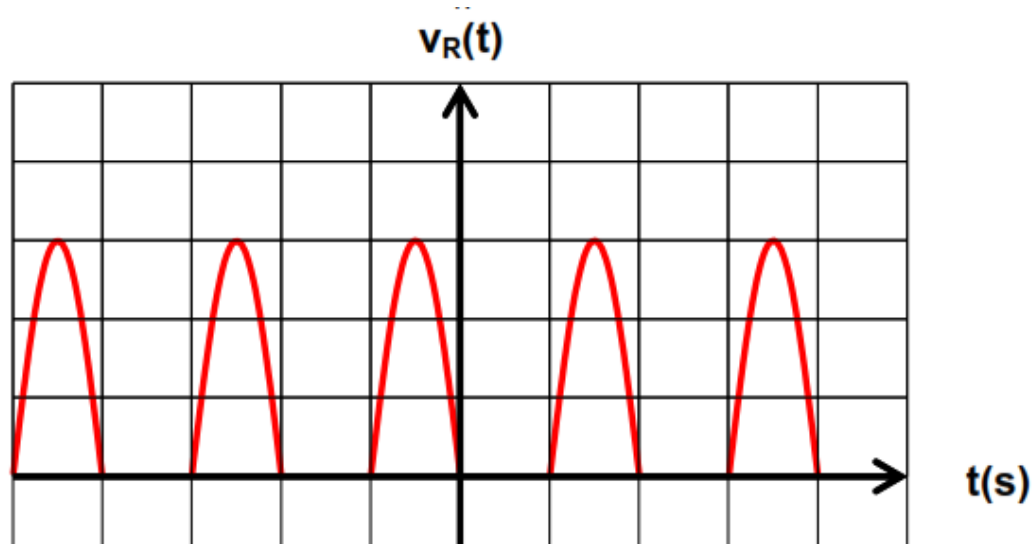


Figure 2.2. signal de sortie d'un redresseur mono-alternance

Redresseur monophasé double alternance :

On peut utiliser la diode pour redresser une tension sinusoïdale, la figure montre un exemple de circuit redresseur double-alternance.

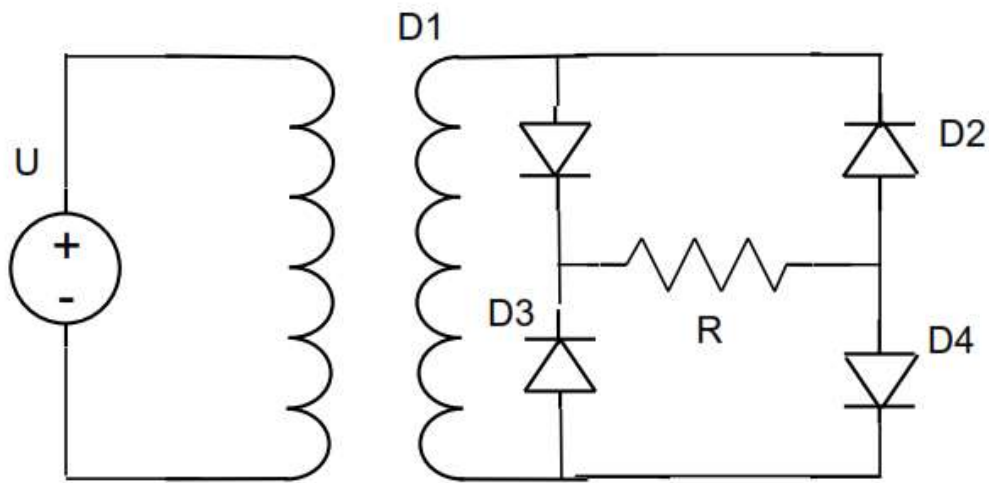


Figure 2.3. Circuit redressement double-alternance

Le signal recueilli sur la résistance R est de la forme :

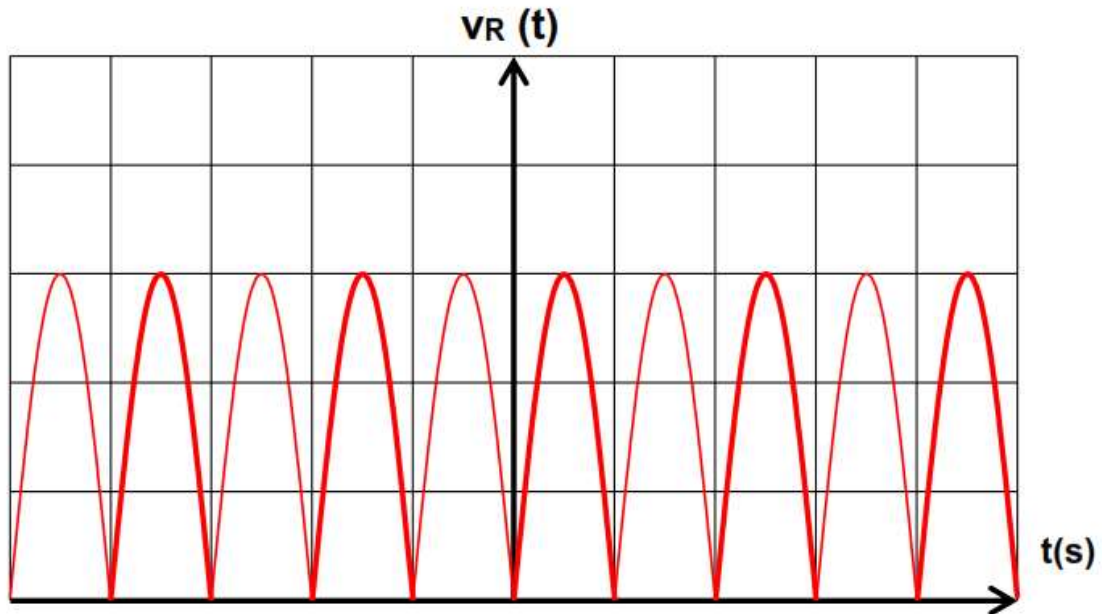


Figure 2.4. Signal de sortie d'un redresseur double-alternance

Diode Zener :

La caractéristique inverse présente un coude très marqué pour une valeur V_Z de la tension inverse dite tension Zener, au-delà de ce coude, la tension croît peu en fonction du courant

dans cette zone la diode se comporte comme un générateur de tension de résistance interne très faible. $V = V_Z + r_Z I$

On définit deux facteurs de stabilisation :

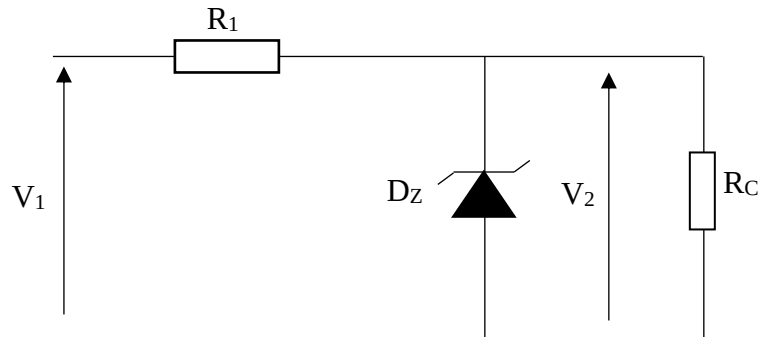


Figure 2. 5. Montage de stabilisation à diode Zener

Stabilisation Amont la tension V_2 peut sensible aux variations de V_1 .

Stabilisation Aval la tension V_2 peut sensible aux variations la charge R_C

3. Caractéristique Courant-tension $I(V)$ d'une diode

Simuler la caractéristique $I(V)$ de la diode 1N4148. Pour cela faire, ouvrir MULTISIM et sélectionner la diode de référence 1N4148 à partir du bouton 'Placer diode', sélectionner 'IV-Analyser' dans la barre d'outils 'Instruments'. Ensuite, relier la diode à l'instrument 'IV-Analyser' comme la montre la figure ci-après.

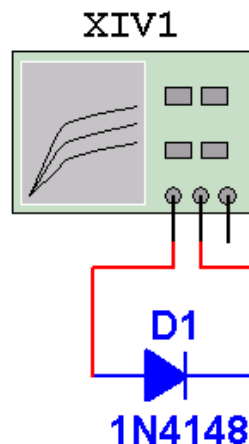


Figure 2.6. Circuit de simulation du Caractéristique courant- tension

- 1- Réaliser une simulation en faisant un double-clic sur l'outil d'analyse IV. Modifier les paramètres de la diode comme indiqué sur la figure ci-contre.
- 2- Tracer la caractéristique $I(V)$ visionnée.
- 3- Relever la tension de seuil.

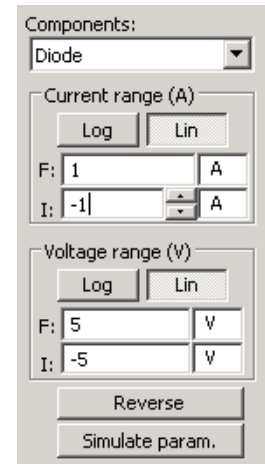


Figure2.7. Paramétrage Del 'outil de simulation

4. Applications de la diode

3.1. Circuit double écrêtage.

1. Soit le circuit d'écrtage illustré par la Figure ci-dessous, Tracer sur la même échelle, les tensions d'entrée et de sortie.
2. Réaliser ce circuit à l'aide de MULTISIM.
3. Simuler le circuit d'écrtage en prenant $V1 = V3 = 5\text{ V}$ et la tension d'entrée $V2$ suit une forme sinusoïdale de 12 V crête.
4. Insérez un oscilloscope, et reliez-le, comme indiqué dans la figure. Ajuster les échelles de temps et des tensions si nécessaire.
5. Tracer les courbes visualisées par l'oscilloscope
6. Comparer les résultats avec ceux de la première question.

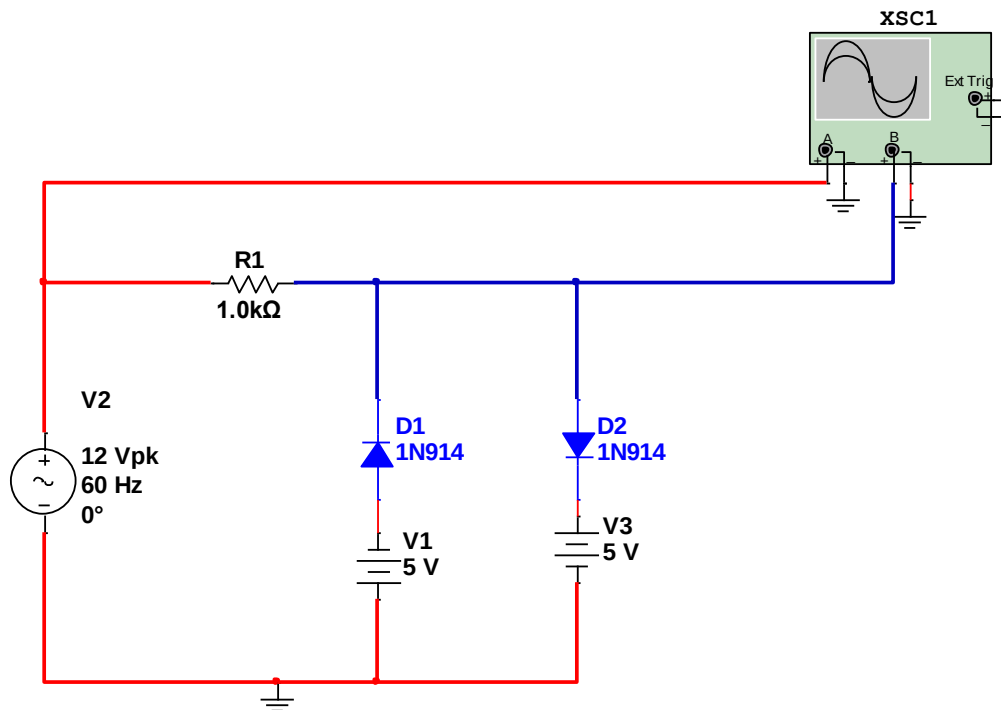


Figure1.8. circuit d'écèlement

3.2. Redressement à simple alternance

1- Réaliser à l'aide de MULTISIM, le circuit suivant :

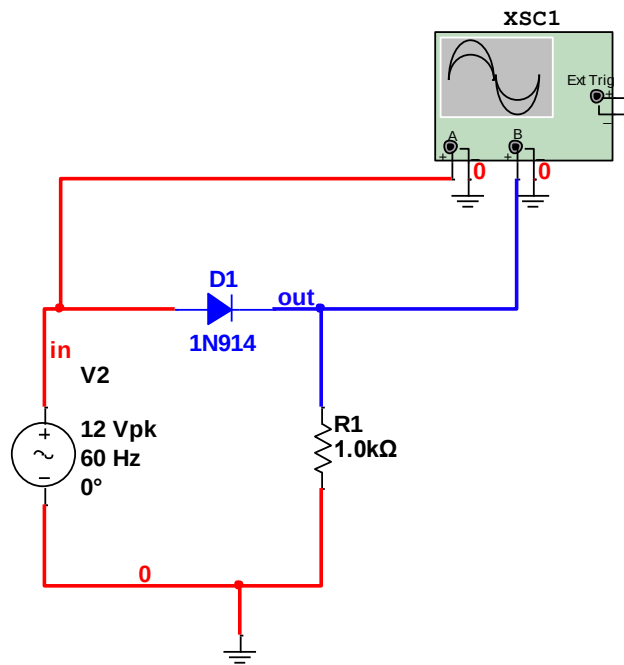


Figure 2.9. Circuit de simulation du redressement simple alterance

- 2- Appliquez à la source, une tension sinusoïdale d'une valeur crête de 12 V et de fréquence 60 Hz.
- 3- Visualiser les courbes sur l'oscilloscope.
- 4- Tracer ces courbes.
- 5- Interpréter la forme d'onde de la tension de sortie, y compris les valeurs de crête et de temps.

Ajout d'un filtrage

Ajouter un condensateur au circuit, en parallèle avec la résistance.

- 6- Que deviennent les courbes sur l'oscilloscope.
- 7- Interpréter ce résultat.
- 8- Tracer les courbes.
- 9- Déterminez la tension d'ondulation lorsque la capacité vaut 4,7 μF , 2,2 μF et 1 μF .

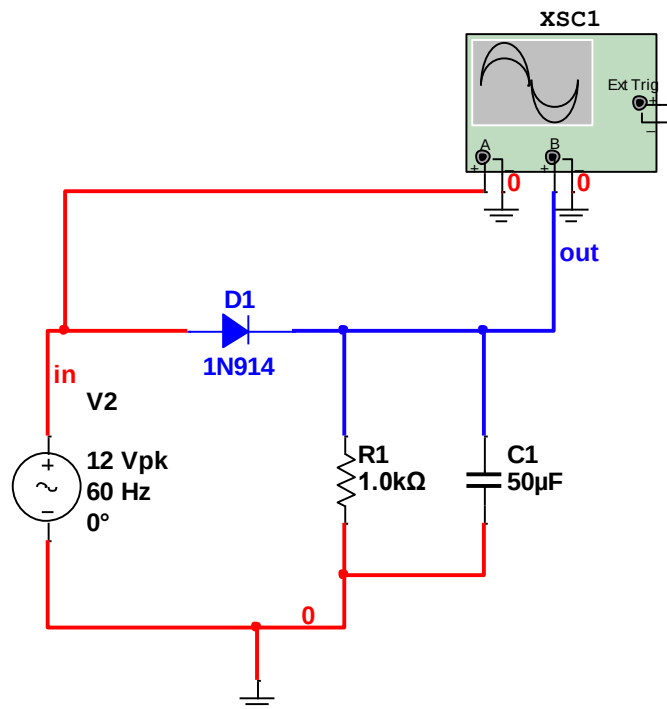


Figure 2.10. Circuit de simulation du redressement simple alternance avec filtrage

3.3. Redressement à doubles alternances

1- Réaliser à l'aide de MULTISIM, le circuit suivant :

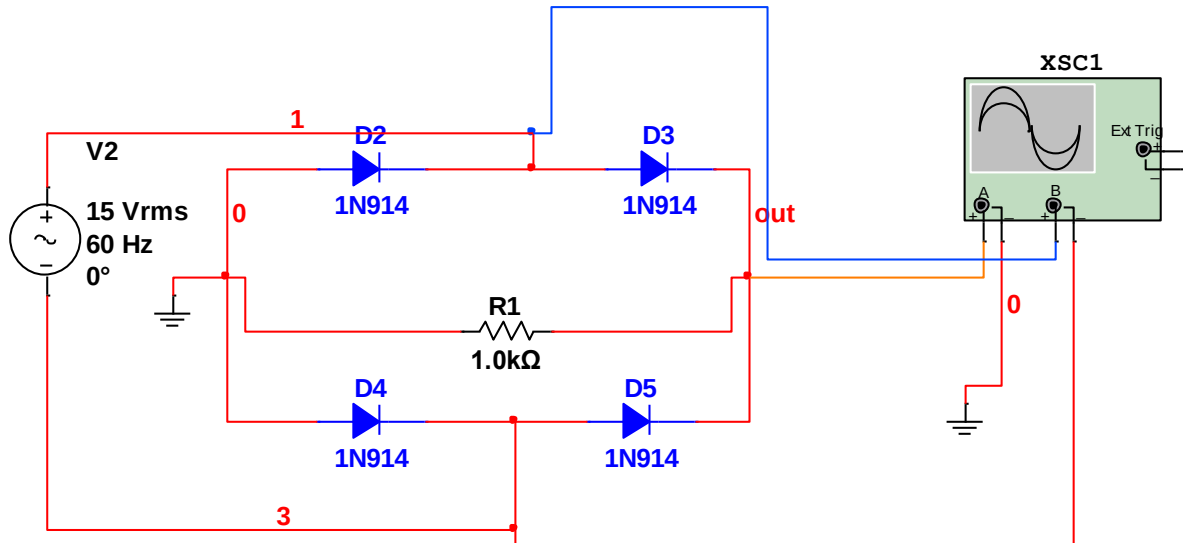


Figure 2.11. Circuit de simulation du redressement double alternance

- 1- Appliquez à la source, une tension sinusoïdale d'une valeur crête de 15 V et de fréquence 60 Hz.
- 2- Visualiser les courbes sur l'oscilloscope.
- 3- Tracer ces courbes.
- 4- Interpréter la forme d'onde de la tension de sortie, y compris les valeurs de crête et de temps.

Ajout d'un filtre

Ajouter un condensateur au circuit, en parallèle avec la résistance.

- 1- Que deviennent les courbes sur l'oscilloscope.
- 2- Interpréter ce résultat.
- 3- Tracer les courbes.
- 4- Déterminez la tension d'ondulation lorsque la capacité vaut 4,7 μF , 2,2 μF et 1 μF .

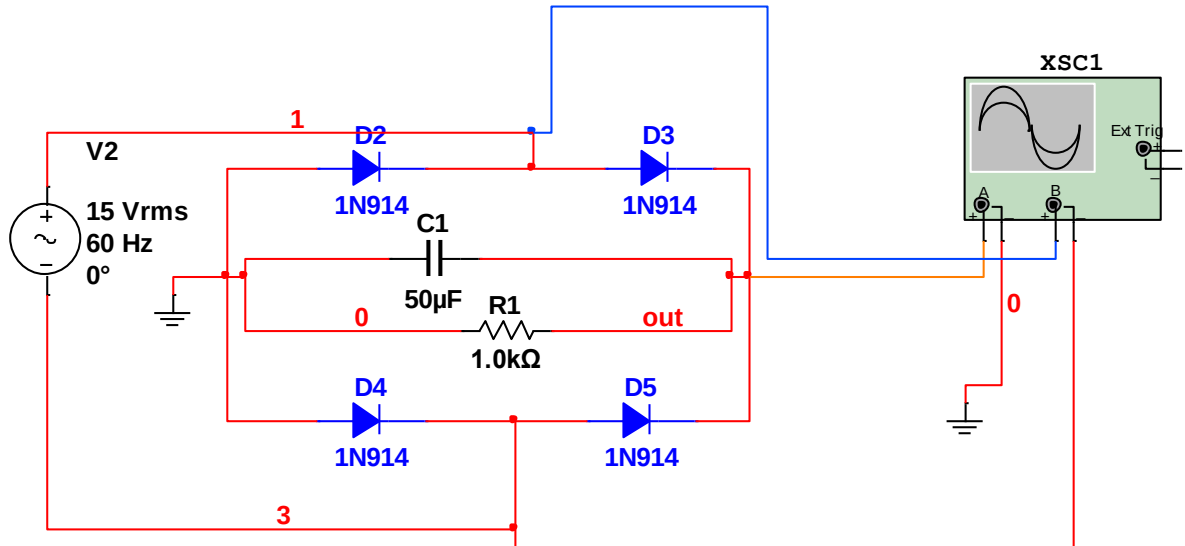


Figure 2.12. Circuit de simulation du redressement double alternance avec filtrage

1. Compléter le tableau suivant

Redresseur	I_{eff}	I_{moy}	F	ζ
À simple alternance				
À double alternance				

F : facteur de forme

ζ taux d'ondulation

2. Conclure

N.B : le lien pour télécharger le logiciel <https://www.ni.com/en-lb/support/downloads/software-products/download.multisim.html#312060>

TP n°3 Transistor bipolaire caractéristique et applications.

I. Objectif du TP

Dans ce TP nous allons utiliser le logiciel de simulation Multisim, développé par la société NI, pour simuler le montage émetteur commun ; nous allons effectuer les tâches suivantes :

1. Le fonctionnement statique : la polarisation du transistor bipolaire par un pont de base et mesuré le point de fonctionnement.
2. Le fonctionnement dynamique : aux tensions continues, on superpose un signal sinusoïdal dont l'amplitude est petite vis-à-vis de tensions continues, on vérifiera que le signal de sortie est proportionnel au signal d'entrée. On vérifiera les paramètres, gain en tension, en courant, impédance d'entrée et de sortie et l'on comparera les valeurs de simulation aux valeurs théoriques.

II. Rappels théoriques

La figure présente les caractéristiques $I_C(V_{CE})$ à I_B constant d'un transistor monté en émetteur commun.

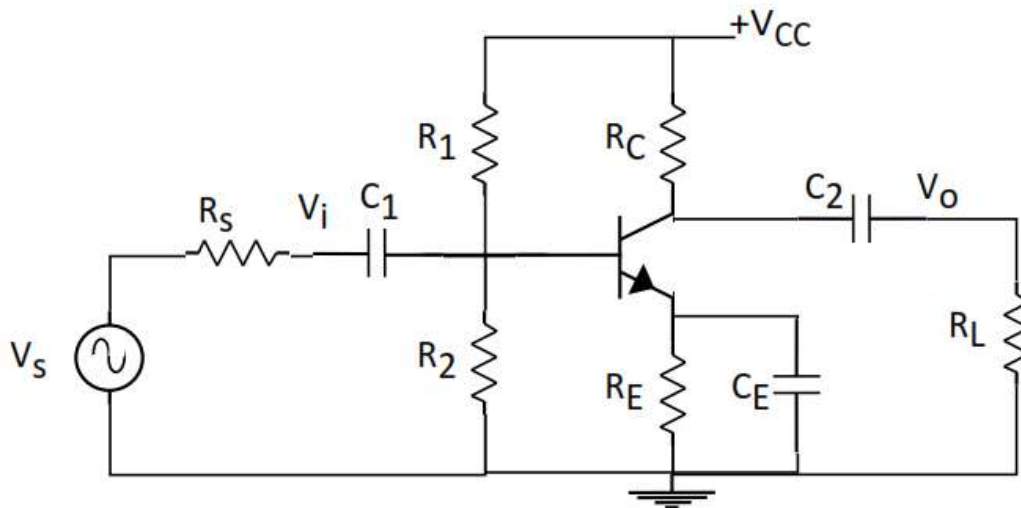


Figure 3.1. Montage Emetteur Commun.

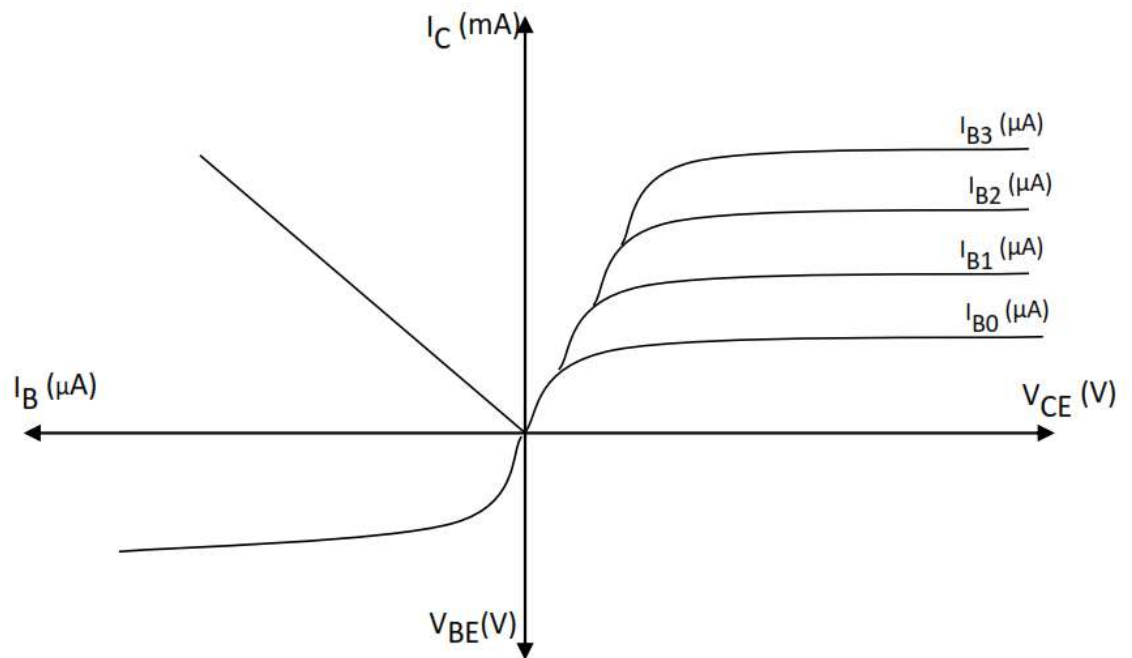


Figure 3.2. Les caractéristiques de tension-courant du transistor bipolaire

III. Partie théorique :

Soit le montage de la figure (3.2) :

1. Trouver le point de repos du transistor sachant que $\beta=120$ et $V_{BE}=0.7V$
2. Calculer la droite de charge statique.
3. Supposons que dans le régime dynamique les capacités sont des court-circuits, tracer le schéma dynamique ensuite calculé les paramètres gain en tension, en courant, impédance d'entrée et de sortie.
4. On découple la résistance d'émetteur R_E par une capacité $C_E=314 \mu F$, tracer le schéma dynamique et calculer A_V , A_I , R_e et R_s .

IV. Simulation

1. Caractéristique statique de sortie $I_C=f(V_{CE})$ à I_B constant

Ce montage permet de tracer les caractéristiques (I_C , V_{CE}) à I_B constant d'un transistor NPN.

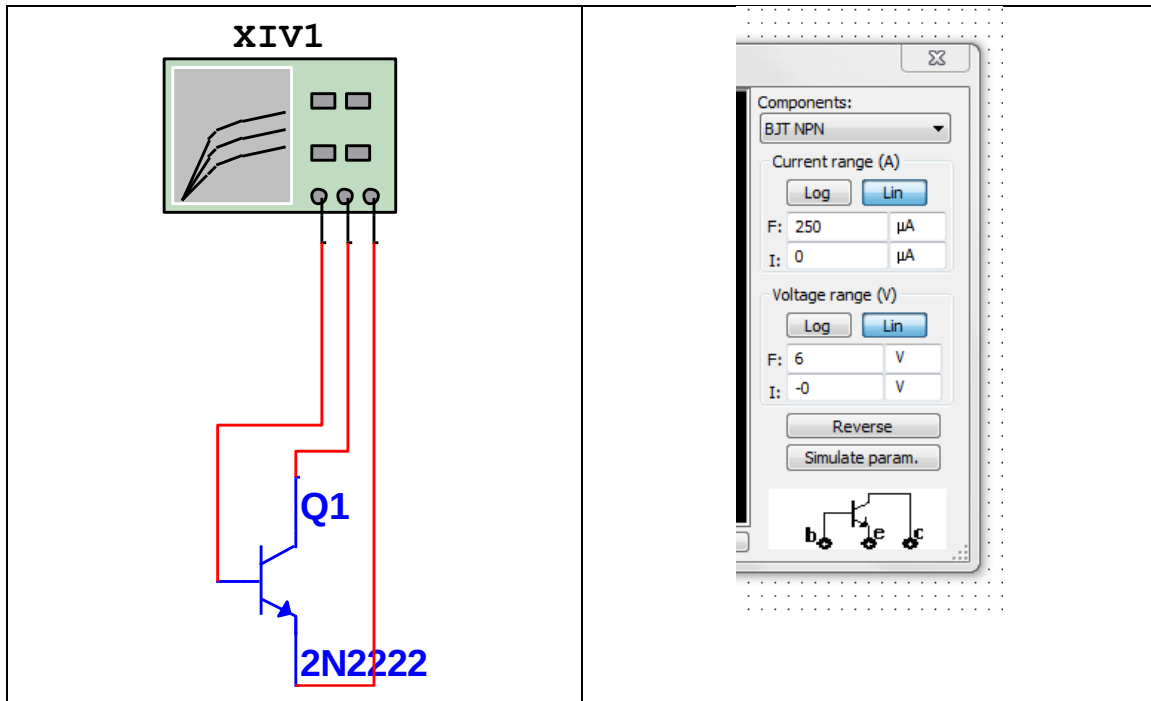


Figure 3.3 Simulation les caractéristiques (I_C , V_{CE}) à I_B constant.

1. Tracer les caractéristiques de sortie, droite de charge et déduire Beta statique.

2. Montage émetteur commun

1. Simulez le circuit illustré à la Figure. (2). Appliquez une onde sinusoïdale de crête de 1m V à 10kHz et, à l'aide d'un oscilloscope, observez la tension aux bornes a, b. examinez la forme d'onde, y compris les valeurs d'amplitude et de temps. Prenez une capture d'écran de cette forme d'onde.
2. Enregistrez les niveaux maximums d'entrée et de sortie du signal sinusoïdal non déformé.
3. Observez le déphasage entre les signaux de sortie et d'entrée. L'amplificateur est-il inverseur ou non ?
4. Mesure l'impédance d'entrée et sortie par la méthode de demi-déviations.

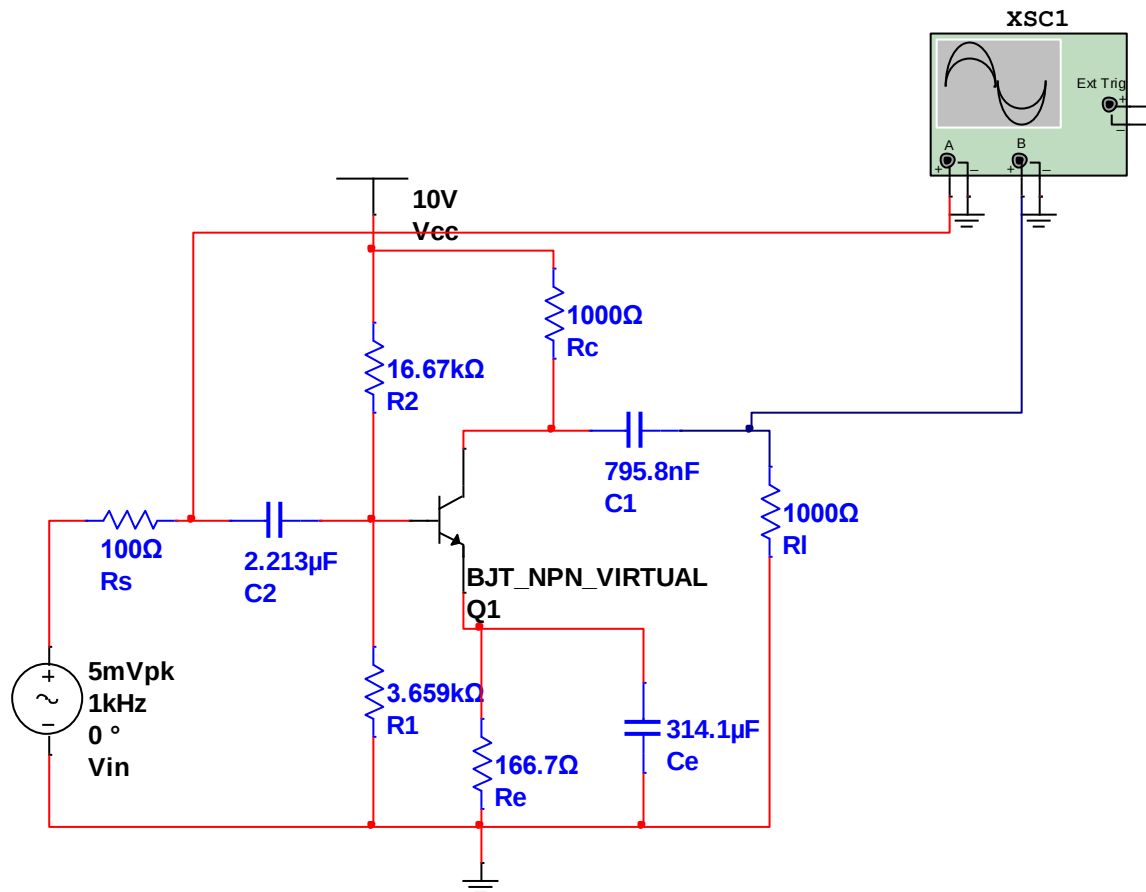


Figure 3.4 . Montage Emetteur commun

Influence du niveau d'entrée- distorsion du signal de sortie

Les tensions d'entrée et sortie étant visualisées sur l'oscilloscope, on augmentera progressivement la tension d'entrée fournie par le générateur jusqu'à l'apparition notable de la distorsion du signal d'entrée. Quelle est la nature de cette distorsion ? On donnera la tension d'entrée en volt crête à crête.

3. Etude du montage base commune

1. Régler comme précédemment l'amplitude du GBF pour avoir à vide une tension sinusoïdale de crête de 1m V à 10kHz.
2. Brancher le GBF sur l'entrée du montage base commune (figure 5).
3. Mesurer l'amplitude du signal sur l'émetteur. En déduire l'impédance d'entrée. Commenter.
4. Mesurer le gain et comparer avec le montage émetteur commun.

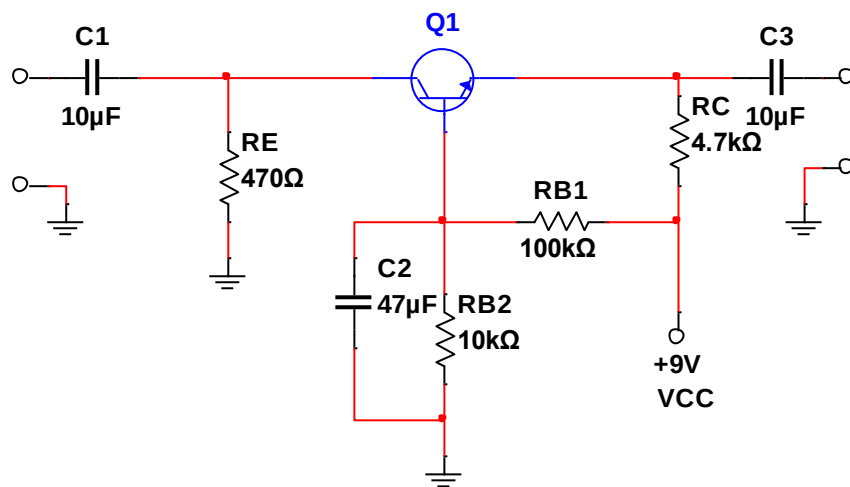


Figure 3.5. Montage base commune

4. Etude du montage collecteur commun

1. Pour un signal sinusoïdal de fréquence 10kHz, régler l'amplitude du GBF pour obtenir à vide en sortie 4mV crête.

Relier l'ensemble à l'entrée du circuit (figure 3.6). Mesurer l'amplitude du signal en entrée, et la comparer avec celle mesurée à vide à l'étape précédente. Commenter.

Mesurer l'amplitude du signal sur le collecteur et l'émetteur, avec ou sans la capacité de découplage C. Comparer par rapport aux valeurs théoriques.

Augmenter l'amplitude du signal d'entrée jusqu'à obtenir le maximum d'excursion de la tension V_{CE} avant écrêtage. (Faire le test avec et sans découplage de l'émetteur.) Commenter.

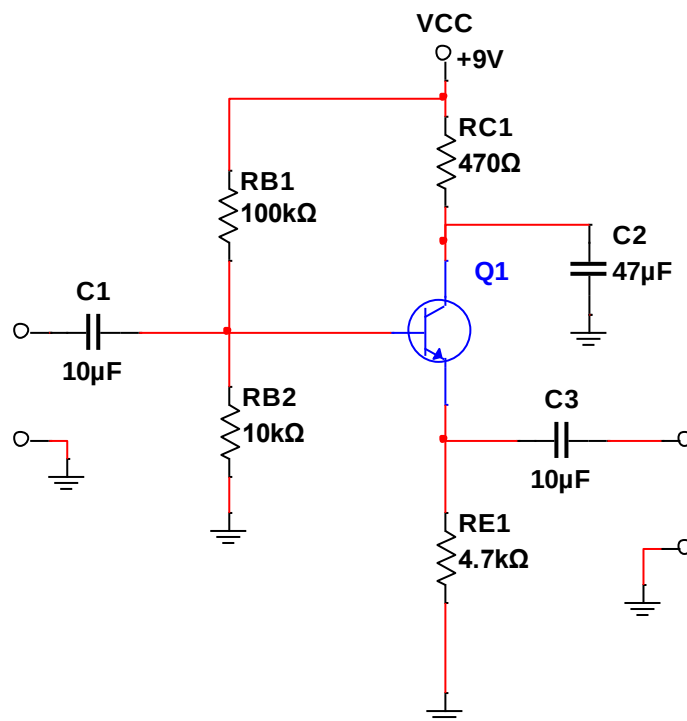


Figure 3.6. Montage collecteur commun

TP n°4 Transistor à effet de champ caractéristique et applications.

I. Objectif de TP :

dans ce TP on propose de vérifier par simulation les lois théoriques qui décrivent le fonctionnement du transistor à effet de champ (TEC) monté en source commune.

II. Rappels théoriques

Partie théorique :

Sur la caractéristique de sortie, tracez la droite de charge statique et déterminer le point de repos du transistor FET ($V_{GS0} = -1.18V$);.

En dynamique, toutes les capacités étant considérées comme des court-circuit, exprimer et calculer le gain en tension, l'impédance d'entrée et sortie ($g_m = 0.7 \times 10^{-3}$).

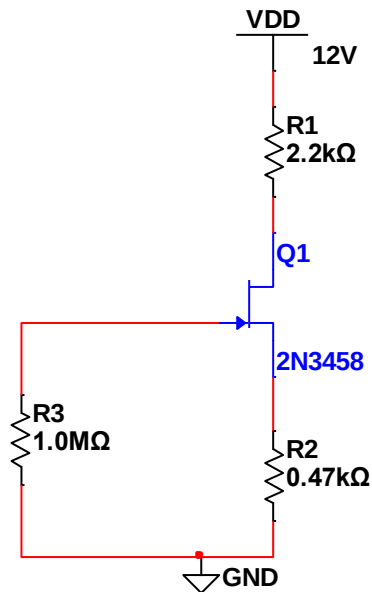


Figure 4.1 Polarisation du transistor à effet de champ

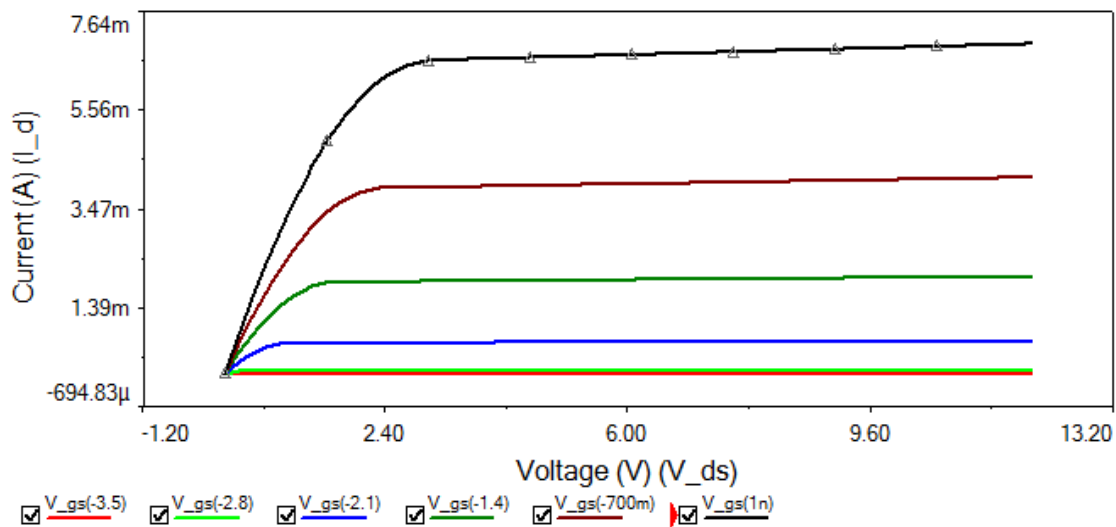


Figure 4.2 Caractéristiques courant-tension du transistor à effet de champ

III. Partie simulation :

La figure représente le schéma électrique du montage étudié. On trace le circuit sur Multisim, à l'aide d'un multimètre, on vérifiera la polarisation du montage, on comparera les simulations effectuées aux valeurs calculées.

	Théoriques	Simulations
I_{D0}		
V_{DS0}		
V_{GS0}		

En dynamique : on complète le montage en connectant un générateur à travers C1, le générateur sera représenté par la fem=100mV et fréquence 10KHz.

À l'aide d'oscilloscope on tracera sur le même graphe les tensions V_e et V_s .

On mesura le gain en tension et la résistance de sortie. On comparera les simulations effectuées aux valeurs calculées.

	Théoriques	Simulations
A_v		
R_S		
R_E		

On supprime la capacité de la source, faire les mêmes mesures pour le nouveau montage.

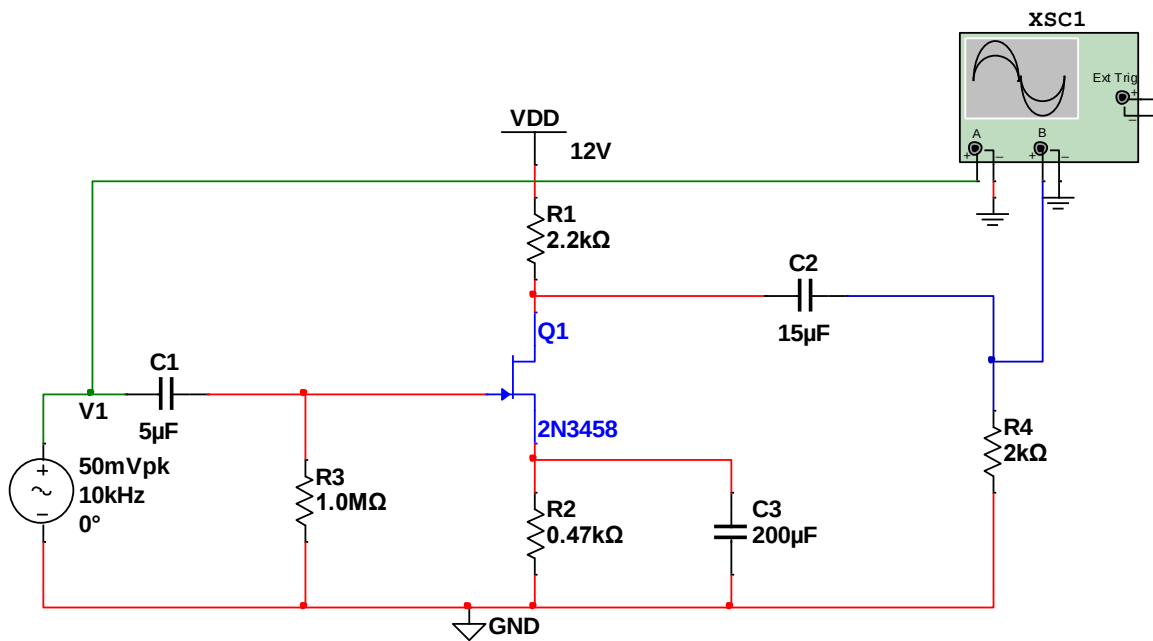


Figure 4.3 transistor à effet de champ monté en source commune.

TP n°5 Amplificateur de puissance classe « AB ».

I. Introduction :

L'Amplificateur de puissance classe A push-pull est amplificateur permet de fournir au signal la puissance nécessaire pour faire fonctionner une charge telle qu'un haut-parleur. Il est constitué d'un transistor NPN et d'un transistor PNP dont les caractéristiques sont identiques (même β), l'un des transistors fonctionne en régime linéaire pendant que l'autre est bloqué. Pour limiter la distorsion qui apparaît sur le signal de sortie V_s , on utilise deux diodes polarisées en direct, ce qui compense le V_{BE} des transistors, responsables de la distorsion.

II. Etude théorique

1. Expliquer le fonctionnement statique et dynamique du montage
2. Donner les valeurs de puissances maximales utile, moyenne et le rendement.
3. Donner la puissance moyenne dissipée dans les transistors T_1 et T_2 .

III. Simulation

Tracer le circuit de l'amplificateur de puissance classe AB avec une seule alimentation (figure).

1. En continu

1. Mesurer les tensions en certains points V_A , V_B , V_{AB} , et V_{CE} .
2. Faire de même pour les courants.

2. En dynamique

1. Observer le signal V_s lorsque V_e varie en amplitude et en fréquence.
2. Etudier le gain en tension la bande passante.
3. Etudier le phénomène de saturation lorsque V_e augmente ou lorsque l'alimentation V_{CC} diminue. Pour quelle tension se produit la saturation ? Pourquoi ?
4. Evaluer le rendement du montage en calculant P_u et P_f en régime maximal.

IV. Question :

1. La distorsion due au à la saturation apparait à un niveau plus faible que le niveau égale à E prévu, pourquoi ?
2. Qu'est ce qui limite la bande passante ?
3. Existe-il un déphasage entre l'entrée et la sortie ? pourquoi ?

4. Qu'est ce qui limite le rendement maximum.

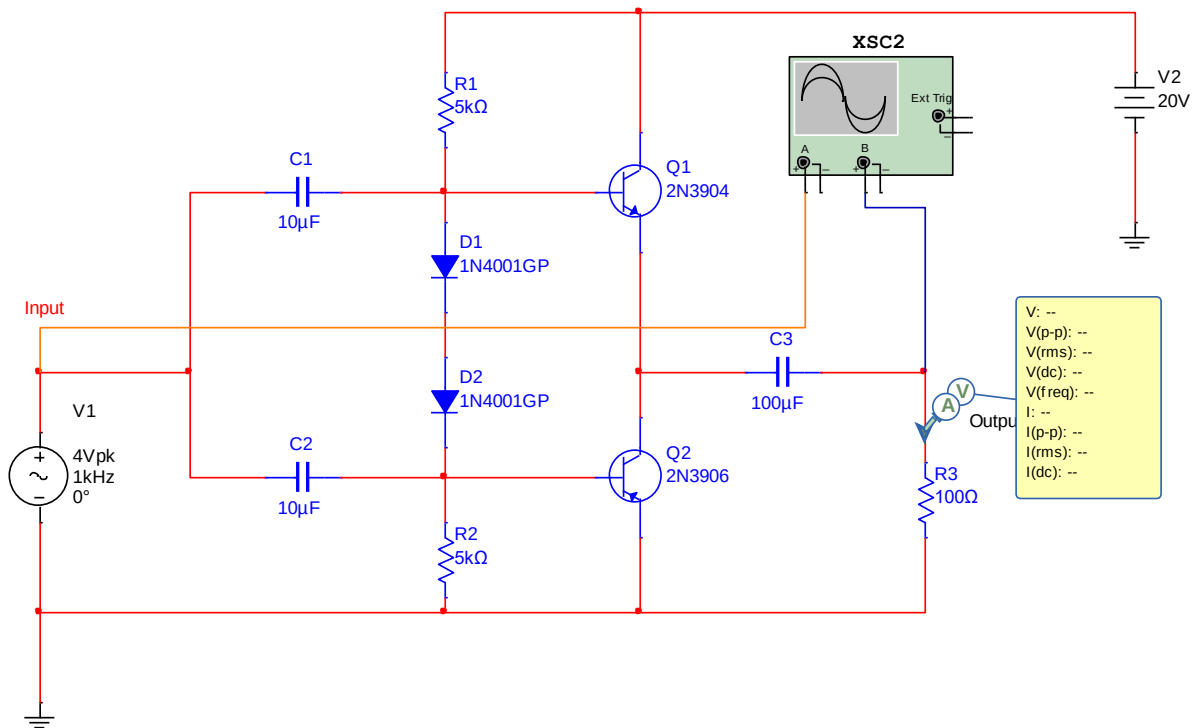


Figure 5. Amplificateur de puissance classe « AB ».

TP n°6 : Les oscillateurs sinusoïdaux

a. Oscillateur Colpitts.

I. Introduction

C'est un oscillateur qui appartient à la famille des oscillateurs LC, utilisées surtout pour obtenir des oscillations sinusoïdales en hautes fréquences (HF).

La figure 1 montre un oscillateur Colpitts avec un circuit de contre réaction dans lequel une inductance L est connectée en parallèle à une combinaison de condensateurs C_1 et C_2 .

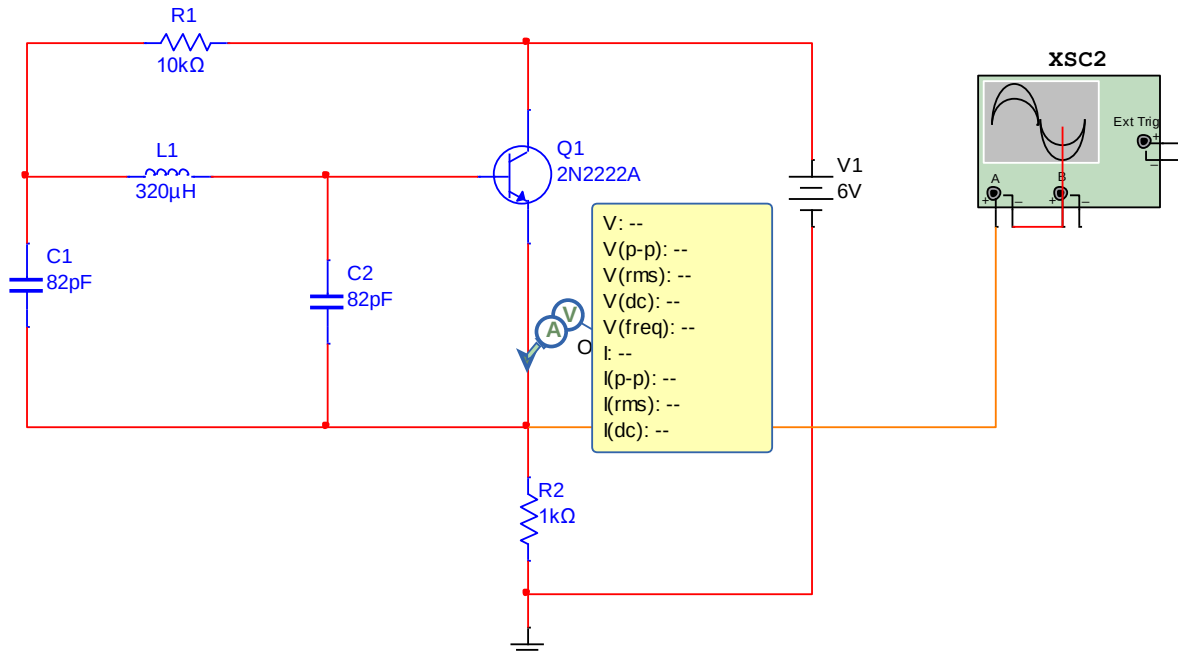


Figure 6.1. Oscillateur Colpitts

II. Condition d'oscillation

C'est le circuit LC qui détermine la fréquence d'oscillation

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Ou } C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\beta \geq \frac{C_2}{C_1} \quad \text{Condition d'entretien des oscillations}$$

III. Simulation

1. Tracer le circuit d'oscillateur de Colpitts de la figure
2. Visualiser le signal de sortie à l'aide d'oscilloscope
3. Mesurer l'amplitude crête crête du signal ainsi que la fréquence d'oscillation.

b. Oscillateur à déphasage RC :

Un oscillateur à déphasage RC associe un amplificateur de gain négatif à un réseau de 3 cellules RC en cascade qui constitue l'élément de réaction.

La condition d'oscillation est $G = -29$ et l'oscillation se fait sur la fréquence $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$

Le montage à amplificateur opérationnel est le suivant : $R = 200\Omega$, $C = 1\mu F$

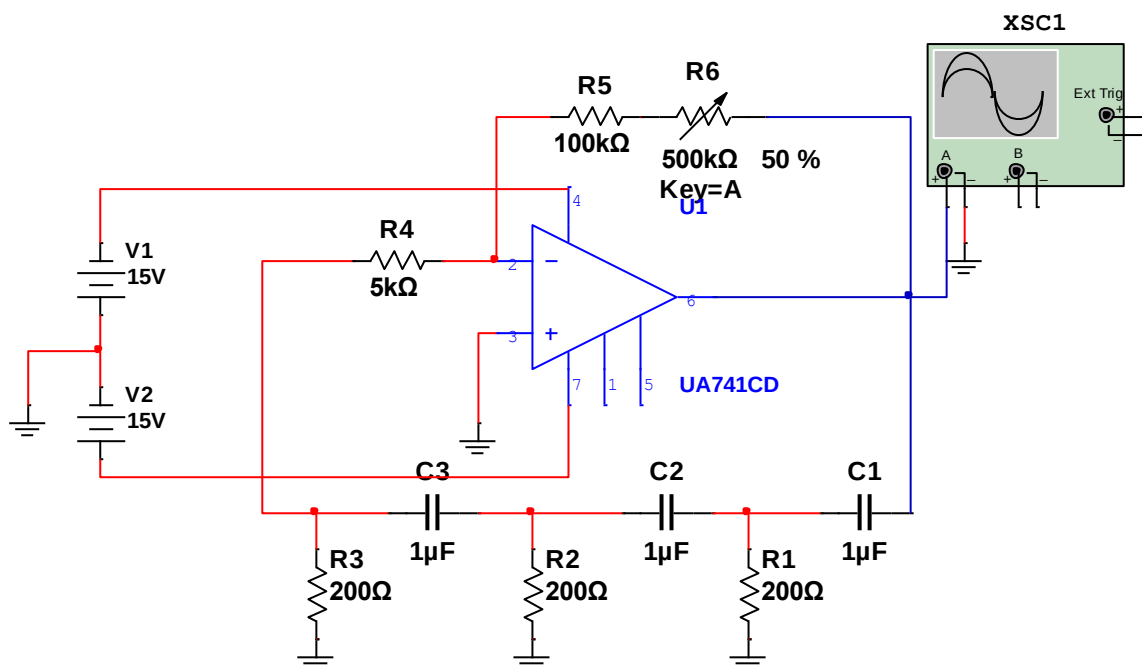


Figure 6.2. Oscillateur déphasage RC

1. Etude du circuit déphaseur seul :

On injecte un signal sinusoïdal entre ab, on prélève le signal de sortie en cd.

Tracer la courbe donnant le déphasage entre ces deux tensions en fonction de la fréquence.

2. Réaliser l'oscillateur complet, établir la condition d'oscillation en agissant sur la résistance variable, le gain de l'amplificateur correspond-il à la théorie, à la limite d'oscillation. Mesurer la fréquence d'oscillation pour $R = 18k\Omega$, $C = 10nF$.

c. Oscillateurs à pont de Wien

La figure 1 montre un oscillateur à pont de Wien, le circuit utilise un filtre de Wien et un amplificateur non inverseur.

1. Réaliser l'oscillateur complet ajusté la résistance variable, pour quelle valeur de gain de l'amplificateur on a la limite d'oscillation
2. Mesurer la fréquence d'oscillation
3. Pour la fréquence d'oscillation mesurer l'atténuation amenée par le réseau déphaseur, conclure.

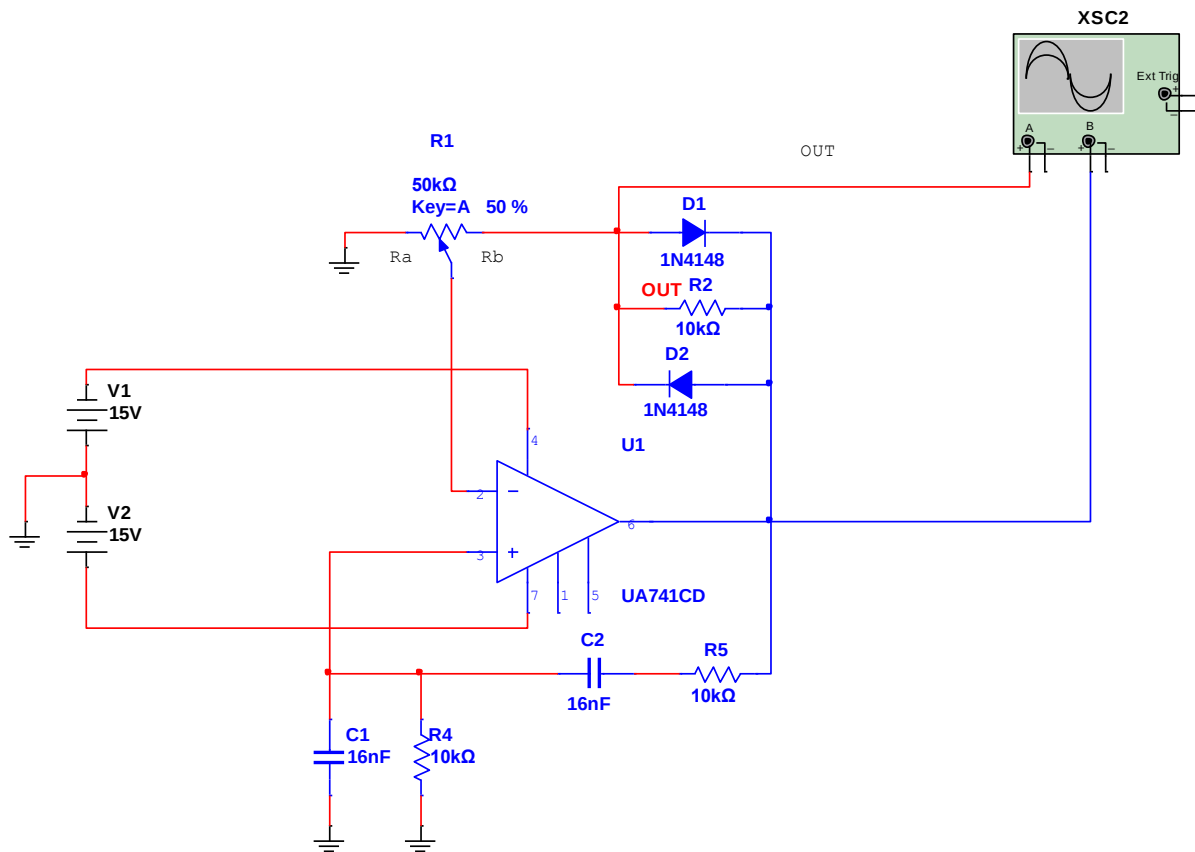


Figure 6.3. Oscillateur à pont de Wien.

TP n°7 Amplificateur opérationnel

I. Objectif du TP

Dans ce TP nous allons utiliser le logiciel de simulation Multisim, développé par la société National Instruments (NI), pour simuler les montages de base à Amplificateur opérationnel.

II. Rappels théoriques

III. Partie théorique :

L'amplificateur opérationnel (A.OP) est utilisé pour désigner des amplificateurs destinés à effectuer des opérations mathématiques.

Un amplificateur opérationnel se représente par le schéma de la figure1, la tension $\varepsilon = V^+ - V^-$ Est la tension différentielle d'entrée et V_s et la tension de sortie.

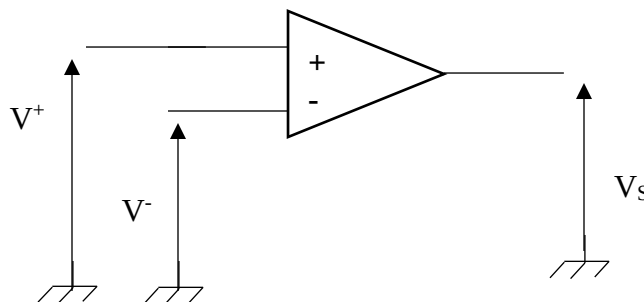


Figure7.1. Amplificateur opérationnel

Les principaux paramètres caractérisant un amplificateur opérationnel sont :

- L'impédance différentielle d'entrée Z_0 apparaissant entre les bornes + et -, elle doit être élevée de 'ordre 10^{12} Ohm avec des composants FET.
- Les impédances de mode commun Z_{MC+} entre la borne + et la masse et V_{MC-} entre la borne - et la masse, elles doivent être élevées et identiques.
- L'impédance de sortie Z_s , elle doit être petite quelques dizaines d'Ohms.
- Le gain en tension $A = \frac{V_s}{\varepsilon}$, il doit être très élevé 10^5 .

- Bande passante très large.

Les grandeurs caractéristiques un amplificateur opérationnel :

Pour réaliser un amplificateur opérationnel idéal, il faudrait théoriquement obtenir

$$A = 0, Z_0 = \infty, Z_S = 0 \text{ et } Bp = \infty$$

L'A.O.P peut être utilisé pour additionner, soustraire, intégrer et différentier. Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits,

Déterminez la tension de sortie en fonction de la tension d'entrée et les résistances pour les montages 1, 2, 3 et 4.

IV. Simulation

1. Montage type non-inverseur

Simuler le montage pour $R_1=R_2=10\text{K}\Omega$ et mesurer V_S pour V_e variant en volt de -15 à +15 Volts.

Définir les différentes zones de fonctionnement : saturation, fonctionnement linéaire ; pour cette dernière, comparez le gain en tension de simulation au gain théorique.

Que faut-il faire pour avoir $G=1$? Donner toutes possibilités, les vérifier sur Multisim.

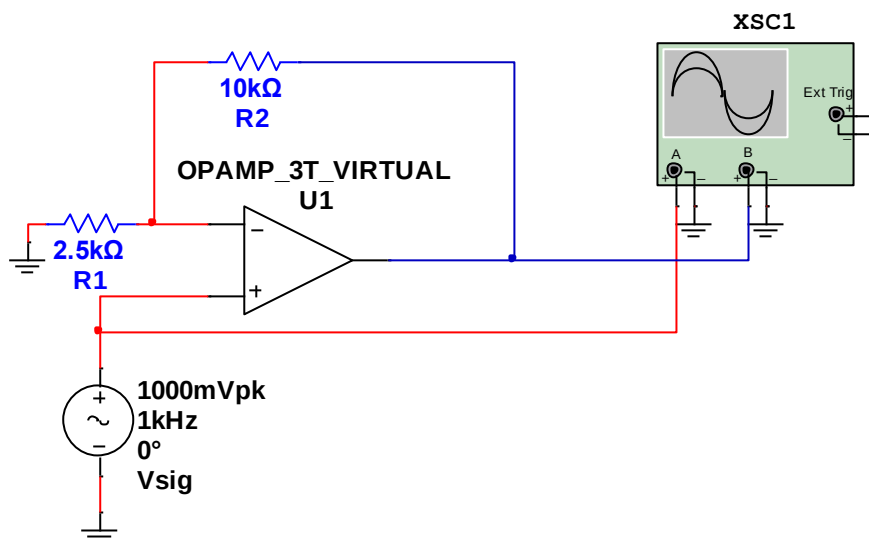


Figure7.2. Montage non-inverseur

2. Montage type inverseur

Réaliser le montage sur Multisim pour $R_1=10\text{K}\Omega$ et $R_2=50\text{K}\Omega$, mesurer V_s pour V_e variant en volt de -15 à +15 Volts.

Tracer la courbe, et faire mêmes travaux du montage précédent.

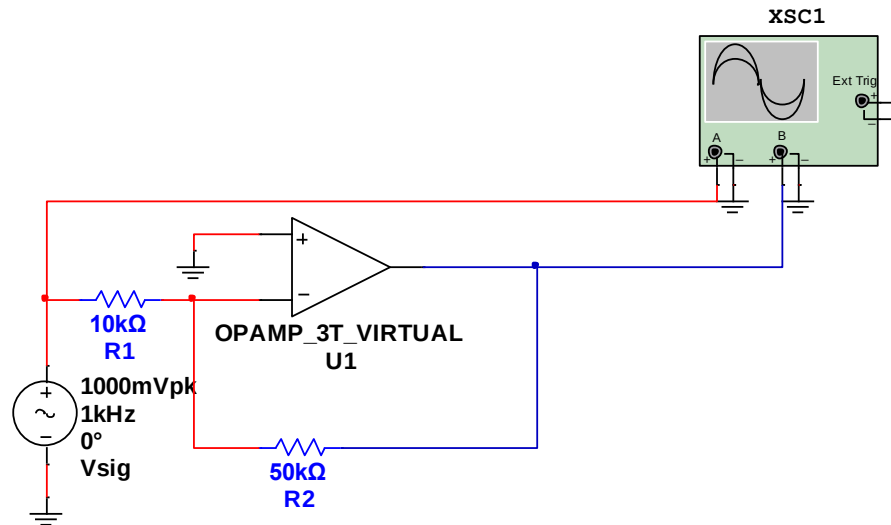


Figure7.3. Montage inverseur

3. Montage type sommateur inverseur

Réaliser le montage pour toutes les résistances égales à $10\text{K}\Omega$, vérifier la relation théorique.

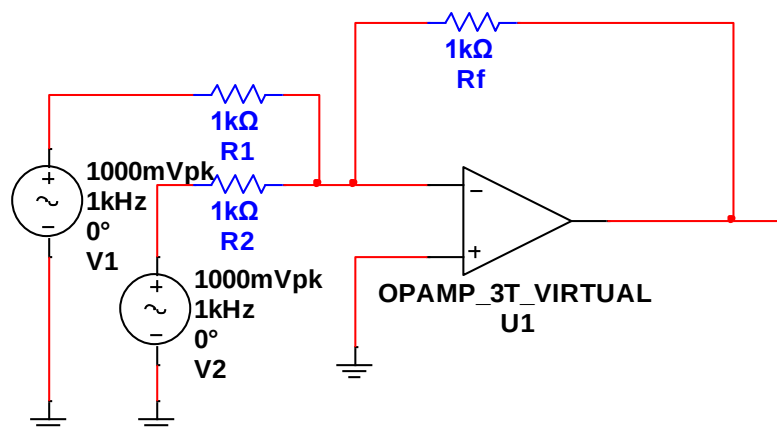


Figure7.4. Montage sommateur

4. Montage type soustracteur

Même chose que précédemment toutes les résistances étant prises égales à dix kilos ohms.

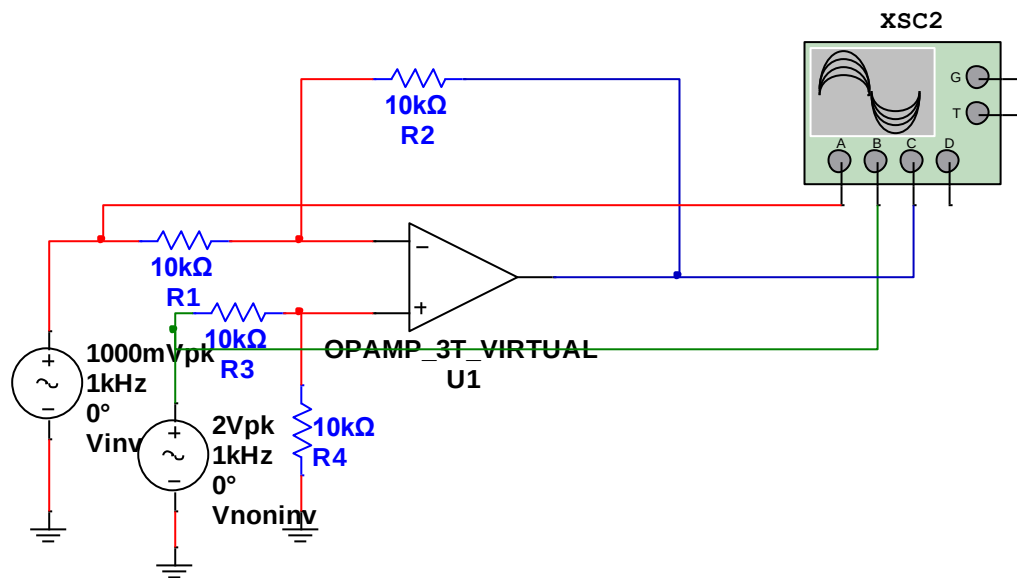


Figure7.5. Montage soustracteur

Regrouper pour chaque montage simulation courbe, remarques éventuelles et réponses aux questions posées sur une feuille.

TP n°8 Les Bascules

I. Objectif du TP

Dans cette simulation, on étudie le fonctionnement des circuits multivibrateurs et on détermine théoriquement et par simulation l'allure des courbes délivrées par les multivibrateurs et la période des signaux [6].

II. Étude théorique :

Les bascules fournissent des signaux non sinusoïdaux, l'onde de sortie peut être rectangulaire. Ces circuits utilisent des éléments non linéaires « transistors » le blocage ou saturation du transistor due aux charges ou décharge d'un condensateur.

a. Astable :

L'astable a deux états d'équilibre, et il y a passage brusque d'un état à l'autre.

l'état (1) est caractérisé par la conduction de T_1 et le blocage de T_2 .

L'état (2) est caractérisé par le blocage de T_1 et la conduction de T_2 .

1. Expliquer le fonctionnement du circuit 1.
2. Donner l'allure des signaux
3. Calculez la fréquence théorique des oscillations du circuit.

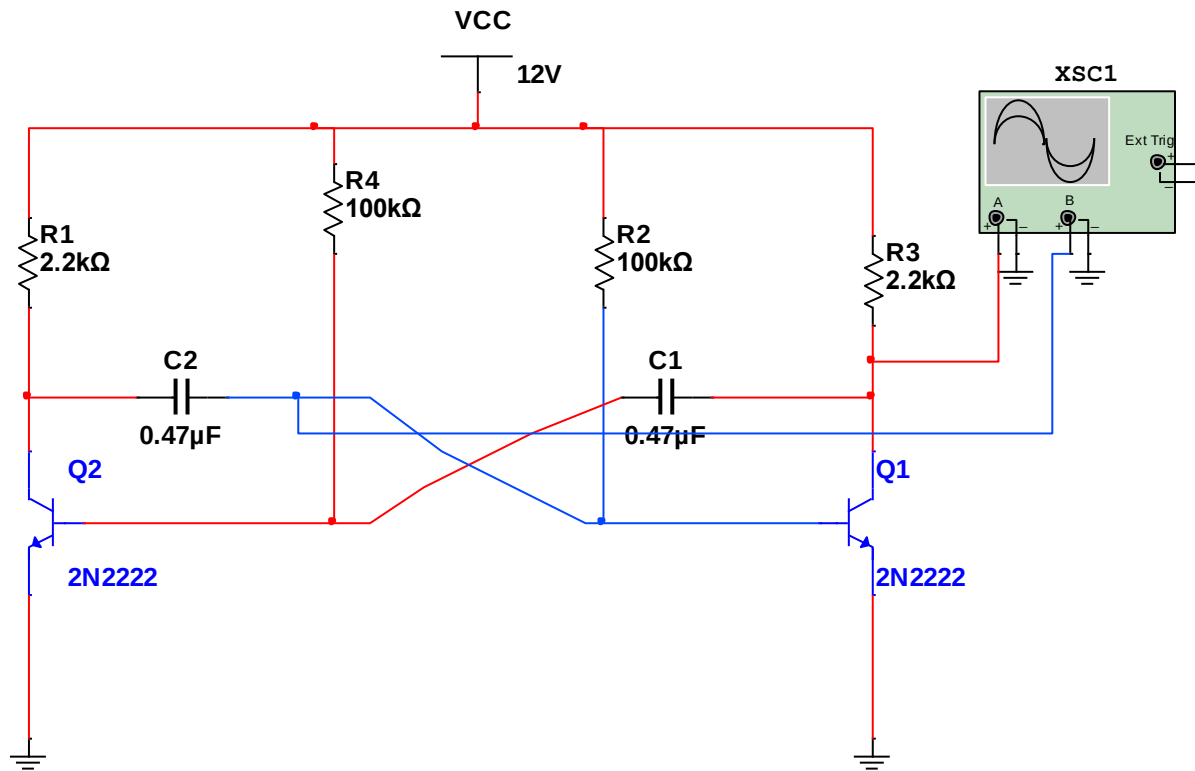


Figure 8.1. Montage Astable

I. Travail demandé

1. Réaliser le montage Astable (figure1) sur Multisim .
2. Observez les signaux au C_1 , C_2 , B_1 et B_2 , trouver la période des signaux.
3. faire varier les capacités $C_2 = C_2 0.22\mu F$ et relever la période des signaux
4. Grouper les réponses aux questions théoriques et toutes remarques y compris les courbes de simulations.

b. Monostable :

Ce montage permet d'obtenir deux états, l'état (0) par exemple correspond à un état permanent tant que le système n'est pas perturbé, l'état (1) est un état stable de durée finie le passage de l'état (0) à l'état (1) est provoqué par une perturbation appliquée au système, au bout d'un temps ζ le système revient à l'état (0). Le temps ζ est fonction des différents paramètres généralement d'une constante de temps R.C.

Donner l'allure de la tension de sortie du circuit ci-dessous lorsque la tension d'entrée est une impulsion.

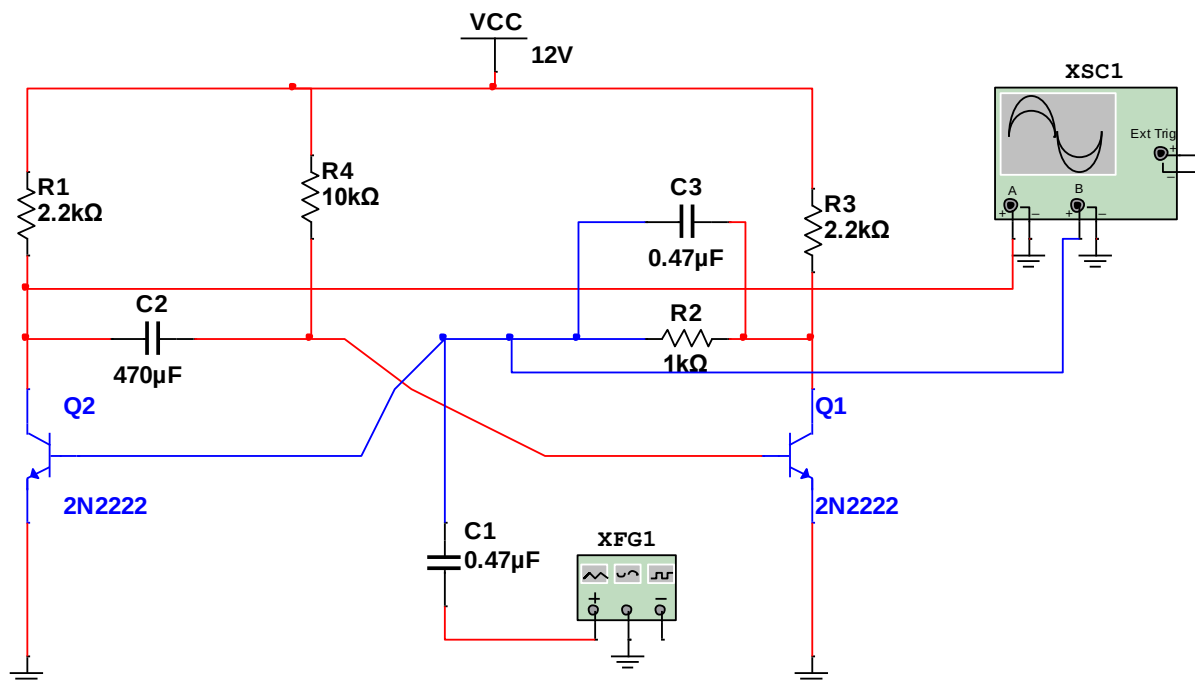


Figure 8.2. Montage Monostable

I. Travail demandé

1. tracez le circuit selon le schéma sur MultiSim.
2. Vérifiez les états stables de Q1 et Q2
3. Appliquez l'onde carrée du signal 2v p-p, 1KHz au circuit de déclenchement.

4. Observez les formes d'onde à la base de chaque transistor simultanément.
5. Observez les formes d'onde au niveau des collecteurs de chaque transistor simultanément.
6. Prenez la période du signal et comparez-la aux valeurs théoriques.
7. Tracer les formes d'onde de V_{b1} , V_{b2} , V_{c1} et V_{c2} .

c. Montage bistable :

Ces dispositifs permettent d'avoir deux états d'équilibre stable, ces états subsistant indéfiniment tant qu'une impulsion de caractéristique donnée ne fait pas basculer le système, c'est-à-dire lui fait prendre l'état 1 si le dispositif était à l'état 0 ou vice-versa

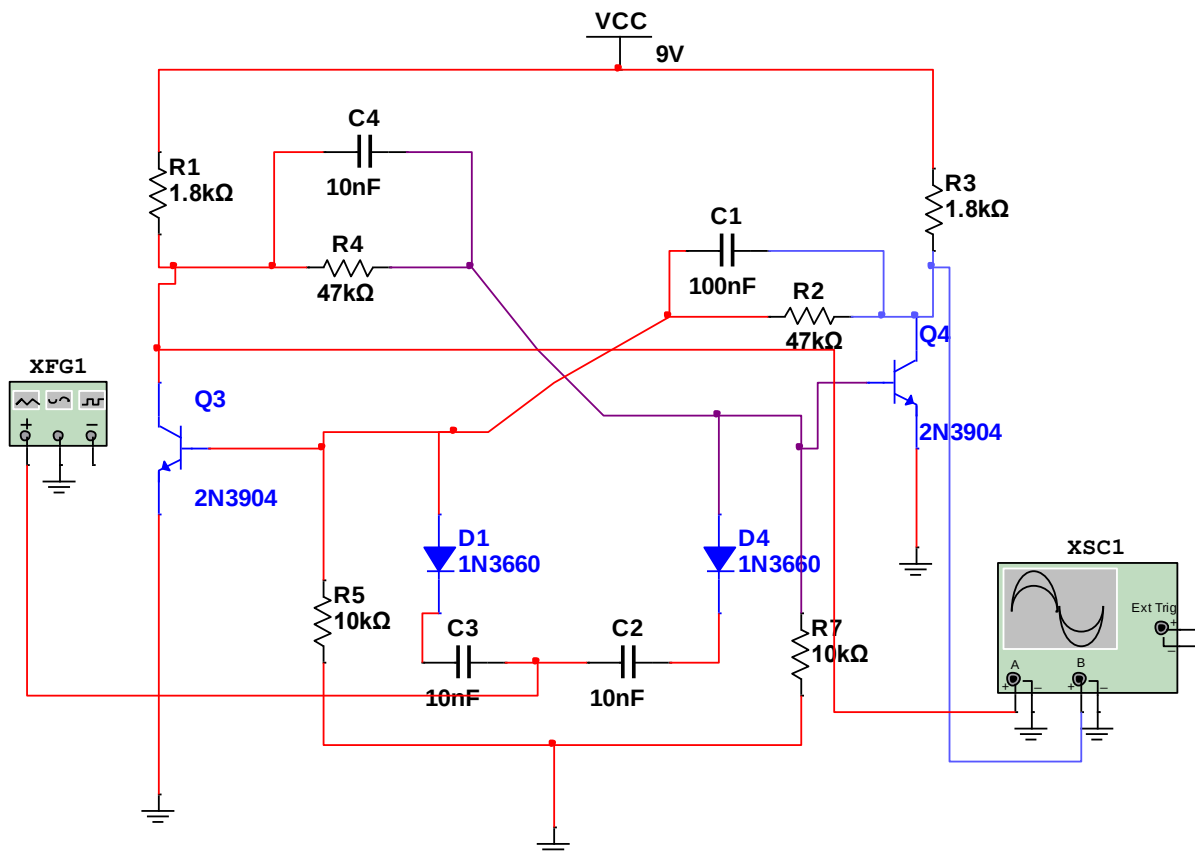
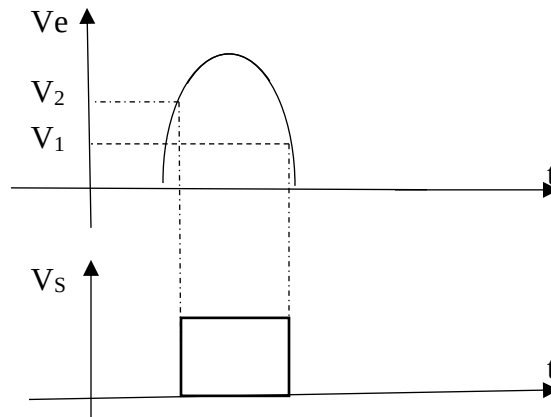


Figure 8.3. Montage Bistable

d. Trigger de Schmitt :

Un trigger de Schmitt transforme des signaux quelconques (V_e) en des signaux de sortie (V_s) ayant deux niveaux ; $V_B=0V$ et $V_H=10V$

V_s reste à $0V$ tant que $V_e < V_2$ dès que $V_e > V_2$ la sortie passe au niveau $10V$, et y reste tant que $V_e > V_1$.



Le trigger de Schmitt est utilisé pour générer une onde carrée à partir d'une onde sinusoïdale donnée à l'aide de Trigger de Schmitt .

Expliquer le fonctionnement de ce circuit. A quoi sert la capacité C placée aux bornes de résistance de $10K\Omega$?

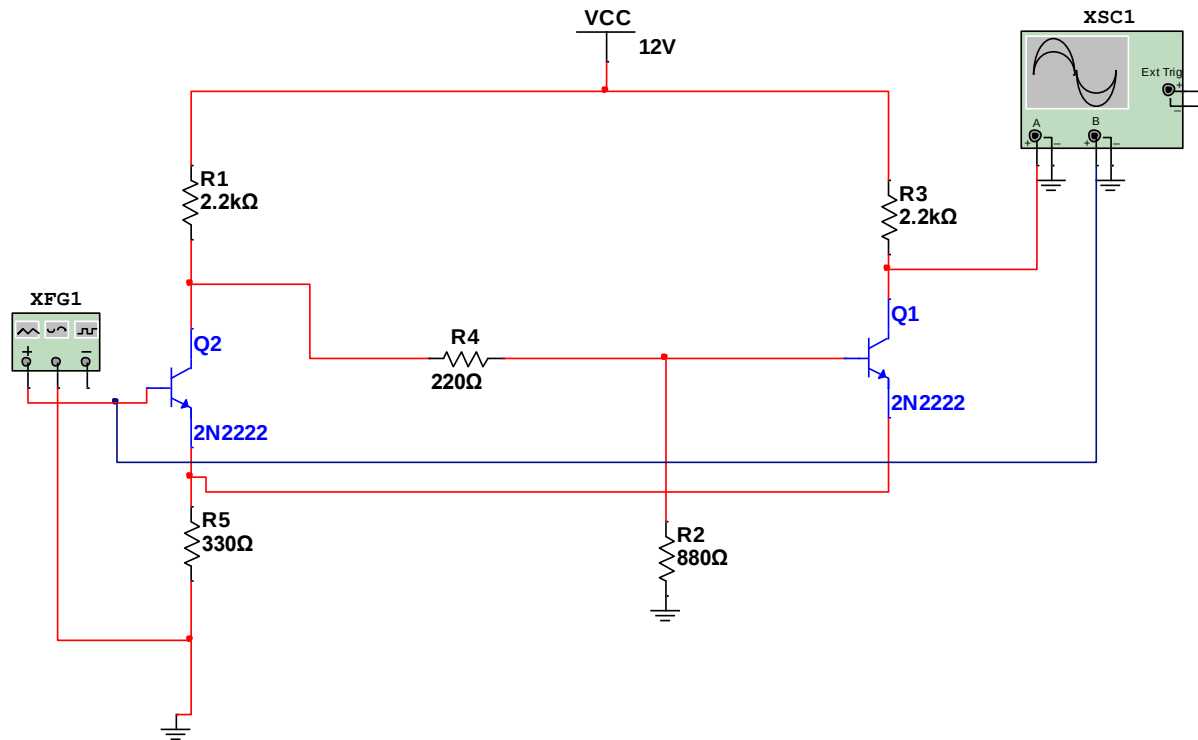


Figure 8.2. Trigger de Schmitt

Étudier à l'aide du logiciel le comportement des schémas suivants

Calculer pour chaque montage la période et tracer les signaux d'entrée de sortie

Connectez le circuit selon le schéma de circuit.

Appliquer une onde sinusoïdale d'amplitude crête à crête 10V, onde de fréquence 1 kHz comme entrée du circuit.

Observez les formes d'onde d'entrée et de sortie simultanément dans le canal 1 et le canal 2 du CRO.

Notez les niveaux de tension d'entrée auxquels la sortie modifie le niveau de tension.

Tracez le graphique entre le voltage en fonction du temps des signaux d'entrée et de sortie.

TP n°9 Les filtres

II. Objectif du TP

Le domaine d'applications des filtres est extrêmement étendu. Ils peuvent être utilisés dans les domaines de télécommunications, les matériaux industriels, les équipements de recherche, les applications aéronautiques et spatiales ainsi que l'électronique de grand public.

Cette simulation constitue une introduction à l'étude des filtres passifs et actifs, ces circuits qui sont utilisés presque dans tous les circuits analogiques.

Le logiciel de simulation Multisim, développé par la société National Instruments (NI) sera utiliser pour simuler les montages passe-bas, passe-haut actifs et passifs.

III. Partie théorique :

Les éléments de filtrage peuvent être soit des éléments passifs linéaires, soit des éléments actifs (Ampli-Op...). Un filtre passe-bas idéal laisse passer toutes les fréquences inférieures à une fréquence de coupure spécifiée et rejette les fréquences supérieures, le filtre passe-haut laisse passer les fréquences hautes et rejette les signaux au-dessous, le filtre passe-bande laisse passer une plage de fréquence bien déterminée tout en rejetant toutes les autres fréquences, ils sont très importants dans les systèmes de communication, le filtre coupe-bande rejettera une bande de fréquences et transmettra toutes les autres.

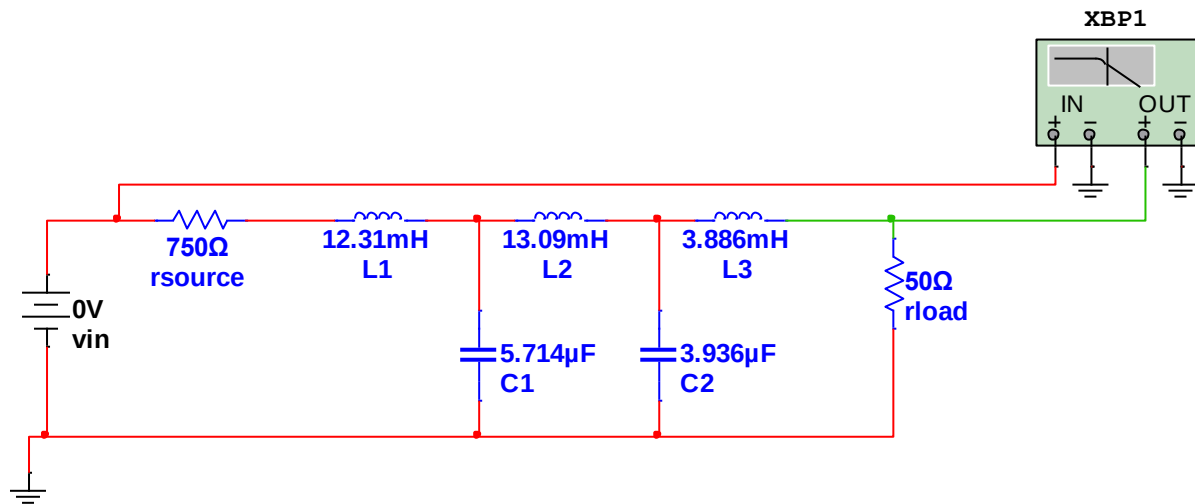
Travail demandé

La figure présente le schéma de simulation pour le filtre passe-bas

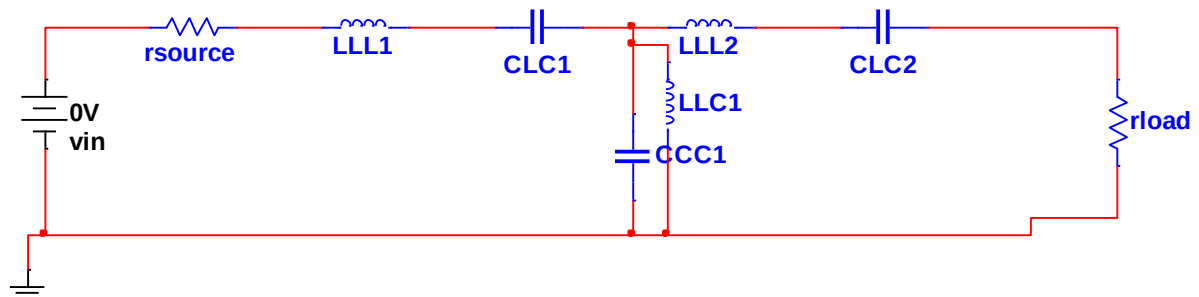
Établir le diagramme de Bode de ce montage, amplitude et phase pour fréquence variant de 100Hz à 10 kHz.

À partir de la réponse en fréquence, on déterminera les paramètres f_0 et A que l'on comparera aux valeurs théoriques prévues.

Sur la même feuille établir le diagramme de Bode, amplitude et phase



Filtre passe-bande effectuer les mêmes études que pour le filtre passe-bas



Observation de la distorsion du signal

Conclusion

Le fonctionnement des principaux dispositifs à base de semi-conducteurs avec les différents circuits liés à chaque composants : diode, transistors bipolaires et transistor à effet de champ ont été simulés, le comportement aux basses fréquences des amplificateurs à faibles signaux à un ou plusieurs étages ; l'étude de l'amplificateur opérationnel et ses caractéristiques idéales et ses principaux montages (suiveur, inverseur, non-inverseur...) sont analysés,

De nombreux montages dans ces travaux pratiques ont été choisis dans le but d'aider l'étudiant à mieux assimiler et comprendre les concepts de base de l'électronique analogique.

Référence :

- [1]. Multisim Download. <https://www.ni.com/en-lb/support/downloads/software-products/download.multisim.html>.
- [2]. Travaux pratiques circuits électroniques. École nationale supérieure d'électronique .d'électrotechnique d'informatique et d'hydraulique, institut national polytechnique de Toulouse 1982-1983.
- [3]. M.AUDHUY, J.DAVID, M.LESSCURE. Travaux pratiques 1ere année électroniques. Première série. Institut national polytechnique de Toulouse. Edition 1981.
- [4]. M.JERARD, Mme AUDHUY, M.DAVID, M.LESCURE. Travaux pratiques .Institut national polytechnique de Toulouse. Edition 1975-1976.
- [5]. J.BAJON. Electronique non linéaire institut national polytechnique de Toulouse. Edition 1984.

Annexe : un simple exemple pour débiter avec Multisim

Le lien pour télécharger le logiciel <https://www.ni.com/en-lb/support/downloads/software-products/download.multisim.html#312060>

Pour lancer Multisim on suit la séquence :

Démarrer/programmes/National Instruments /Multisim 14

Lorsque *Multisim* est lancé, celui-ci ouvre par défaut un nouveau essai

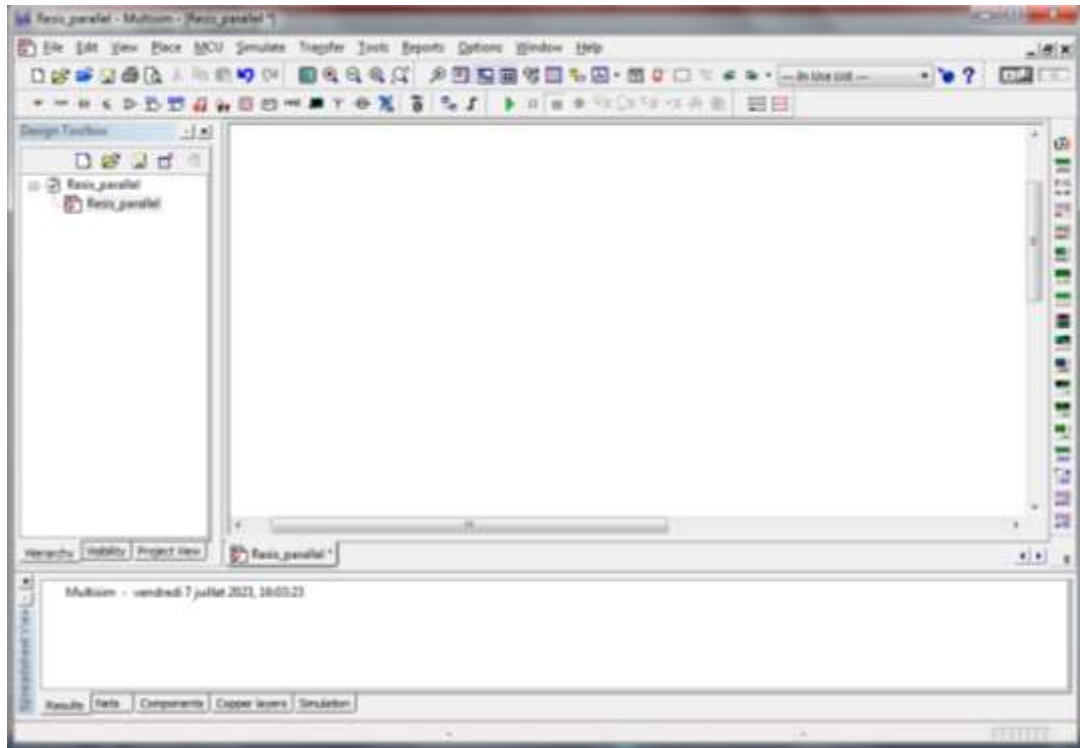
Cette fenêtre est composée de :

- une barre de titre, contenant le titre du circuit

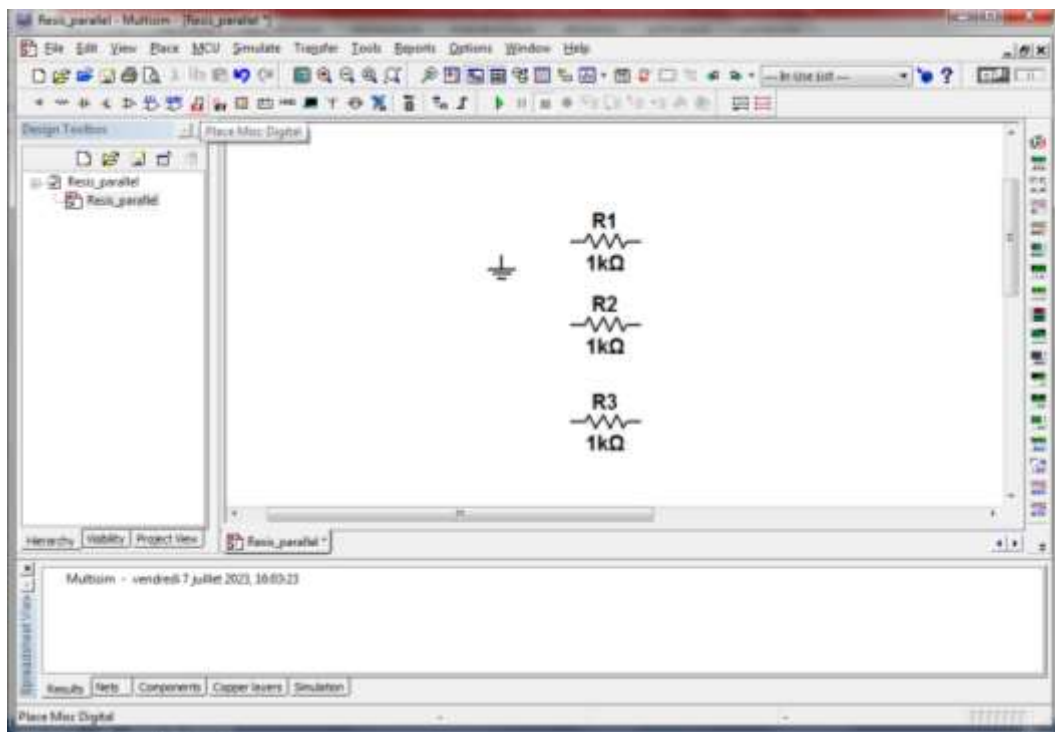
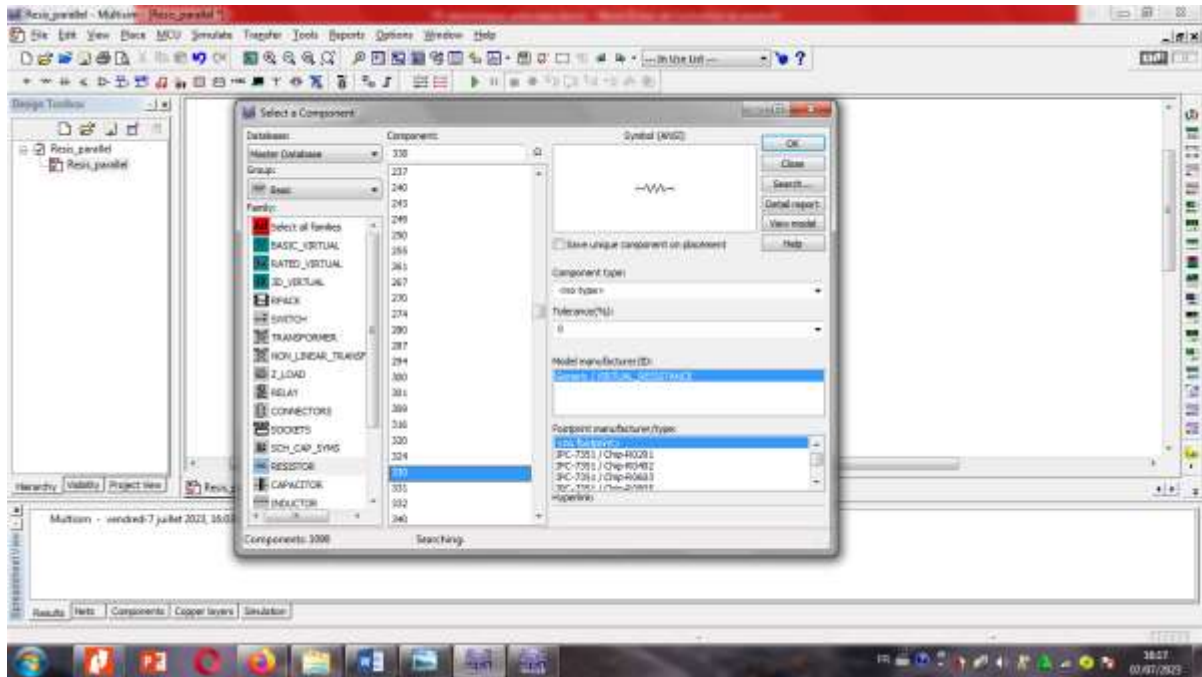
L'en-tête *Diagramme* indique que la fenêtre considérée est le diagramme. La fenêtre dont la **barre de titre est bleue** indique que celle-ci a le **contrôle actif**, c'est-à-dire ce la signifie que c'est à 'elle que s'adressent reçoit les informations provenant du clavier ou de la souris. On donne le contrôle (ou focus) à une fenêtre en cliquant dessus.

- **une barre de menus** . Ceux-ci permettent de gérer la sauvegarde des programmes, de gérer les différentes fenêtres, etc.

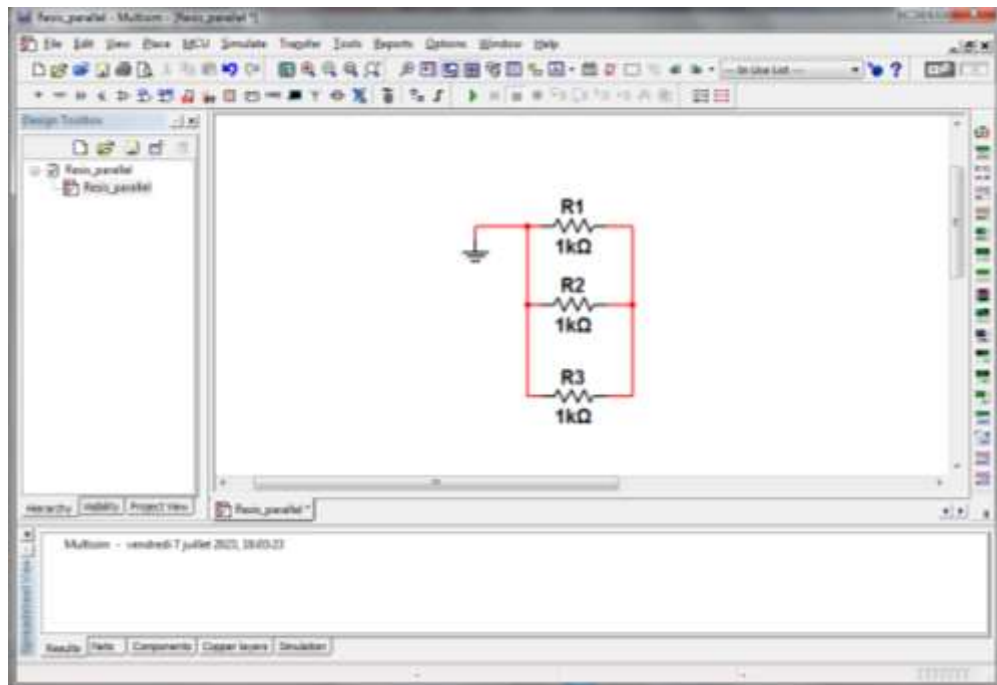
- **une barre d'outils** se retrouve dans en haut de chacune des



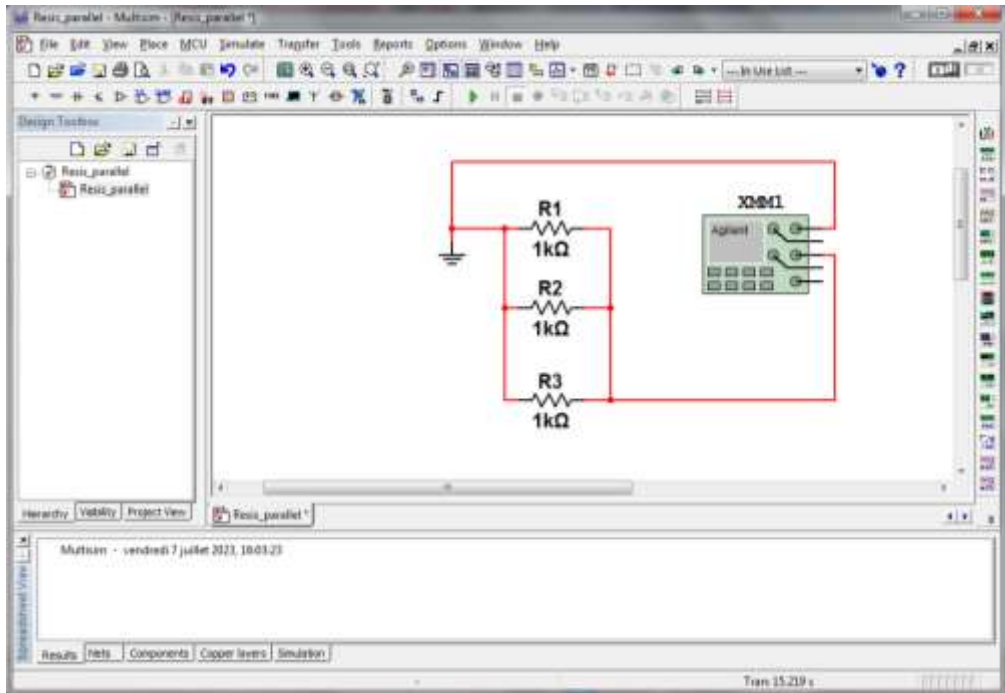
- Démarrez une nouvelle conception avec le bouton Créer un circuit
- Placer des composants pour un circuit composé de trois résistances « R »
- Complétez votre circuit Ajoutez une mise en terre à votre circuit



- Câbler les composants en cliquant sur les extrémités des composants



Placez l'appareil de mesure « multimètre » » comme le montre la figure suivante



- Exécutez la simulation ,pour voir la valeur du résistance équivalente du circuit

