

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ORAN MOHAMED BOUDIAF



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة العلوم والتكنولوجيا بهران محمد بوضياف

FACULTÉ DE GÉNIE ELECTRIQUE

DÉPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

كلية الهندسة الكهربائية

قسم الإلكترونيك

Manuel de Cours

Electronique Fondamentale 2

2^{ème} année ELECTRONIQUE Licence

Chapitre 4 : Amplificateurs différentiels

Semaine 1

2019-2020

4.1 Définition et Exemple d'amplificateur différentiel

L'amplificateur différentiel ou de différence est l'un des meilleurs étages couplés directement. Il sert surtout d'étages d'entrée dans un amplificateur opérationnel. Sous sa forme de base, l'amplificateur opérationnel est typiquement constitué d'au moins deux étages d'amplificateurs différentiels. Puisque l'amplificateur différentiel s'avère fondamental pour le fonctionnement interne d'un ampli-op, il est important d'acquérir une compréhension de base de ce type de circuit. Il permet d'amplifier la différence de deux tensions (ou courants) continues ou variables.[2.4]

Un circuit d'amplificateur différentiel et son symbole d'ensemble sont illustrés à la figure 4.1. Les étages de l'amplificateur différentiel, qui font partie d'un ampli-op, fournissent un gain en tension élevé et un rejet en mode commun. Notez que l'amplificateur différentiel possède deux sorties, alors que l'ampli-op n'en possède qu'une seule.

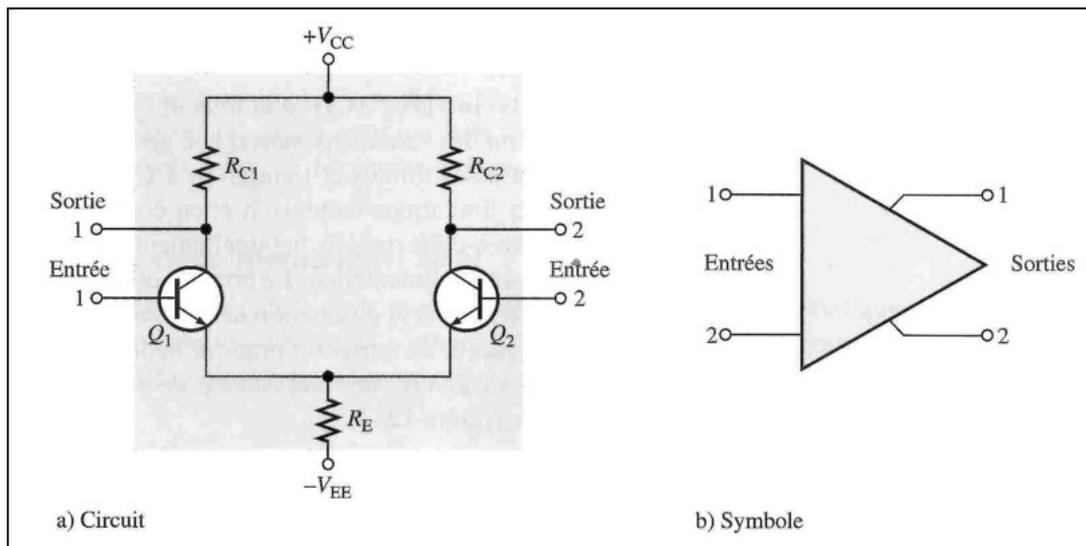


Figure 4.1 Amplificateur différentiel de base.

4.2 Tensions et gains du mode commun et différentiel

La figure 4.1 représente la forme la plus générale d'un amplificateur différentiel. Remarquer les deux entrées. En raison du couplage direct, la bande de fréquence des signaux d'entrée peut s'étendre jusqu'à zéro (courant continu). La tension de sortie est la tension entre les collecteurs. Idéalement, le circuit est symétrique ; autrement dit, les transistors et les résistances des collecteurs sont identiques. Donc, la tension de sortie est nulle si les deux entrées sont égales. [2]

4.2.1 Fonctionnement de base [2]

Même si typiquement un ampli-op possède plusieurs étages d'amplificateurs différentiels, nous n'en utiliserons qu'un seul pour illustrer le fonctionnement de base. La discussion suivante fait référence en une analyse c.c. du fonctionnement de l'amplificateur différentiel. D'abord, lorsque les deux entrées sont à la masse, les émetteurs sont à -0.7V. on présume ici

que les transistors sont assortis et identiques, grâce à un procédé de contrôle minutieux durant la fabrication, afin que les courants c.c. aux émetteurs soient identiques lorsqu'il n'y a pas de signal à l'entrée. Donc, puisque les deux courants aux émetteurs se combinent à travers R_E ,

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{I_{RE}}{2} \quad (4.1)$$

Où

$$I_{RE} = \frac{V_E - V_{EE}}{R_E} \quad (4.2)$$

En se basant sur l'approximation que $I_C \cong I_E$, on peut affirmer que

$$I_{C1} = I_{C2} \cong \frac{I_{RE}}{2} \quad (4.3)$$

Puisque les deux courants au collecteur et les deux résistances au collecteur sont de valeurs égales (lorsque la tension d'entrée est nulle),

$$V_{C1} = V_{C2} = V_{CC} - I_{C1}R_{C1} \quad (4.4)$$

L'entrée 2 demeure branchée la masse, alors qu'une tension de polarisation positive est appliquée à l'entrée 1. Cette tension à la base de Q_1 fait augmenter I_{C1} et la tension à l'émetteur à

$$V_E = V_B - 0.7 \quad (4.5)$$

Cette action réduit la polarisation avant (V_{BE}) sur Q_2 puisque sa base est maintenue à 0V (à la masse), causant une diminution de I_{C2} .

Finalement, l'entrée 1 est branchée à la masse et une tension de polarisation positive est appliquée à l'entrée 2. La tension de polarisation positive augmente la conduction de Q_2 , augmentant I_{C2} et la tension à l'émetteur. La polarisation directe sur Q_1 est donc réduite, puisque sa base est à la masse, ce qui provoque une diminution de I_{C1} . L'augmentation de I_{C2} produit une chute de V_{C2} et la diminution de I_{C1} cause une augmentation de V_{C1} .

4.2.2 Modes de fonctionnement du signal

Entrée unique

Lorsqu'un amplificateur différentiel fonctionne sous ce mode, une entrée est reliée à la masse et la tension du signal est appliquée à l'autre entrée (figure 4.2). lorsque la tension du signal est appliquée à l'entrée 1 (partie a), une tension de signal amplifiée et inversée apparaît à la sortie 1. Un signal en phase apparaît aussi à l'émetteur de Q_1 . Puisque les émetteurs Q_1 et Q_2 sont communs, ce signal émetteur devient une entrée pour Q_2 qui fonctionne comme un amplificateur à base commune. Le signal est amplifié par Q_2 et apparaît non inversé à la sortie 2 (figure 4.2.a).

Lorsque le signal est appliqué à l'entrée 2 avec l'entrée 1 branchée à la masse (figure 4.2.b), une tension de signal inversée et amplifiée apparaît à la sortie 2. Dans cette situation, Q_1 agit comme un amplificateur à base commune et un signal amplifié non inversé apparaît à la sortie 1 (figure 4.2.b).

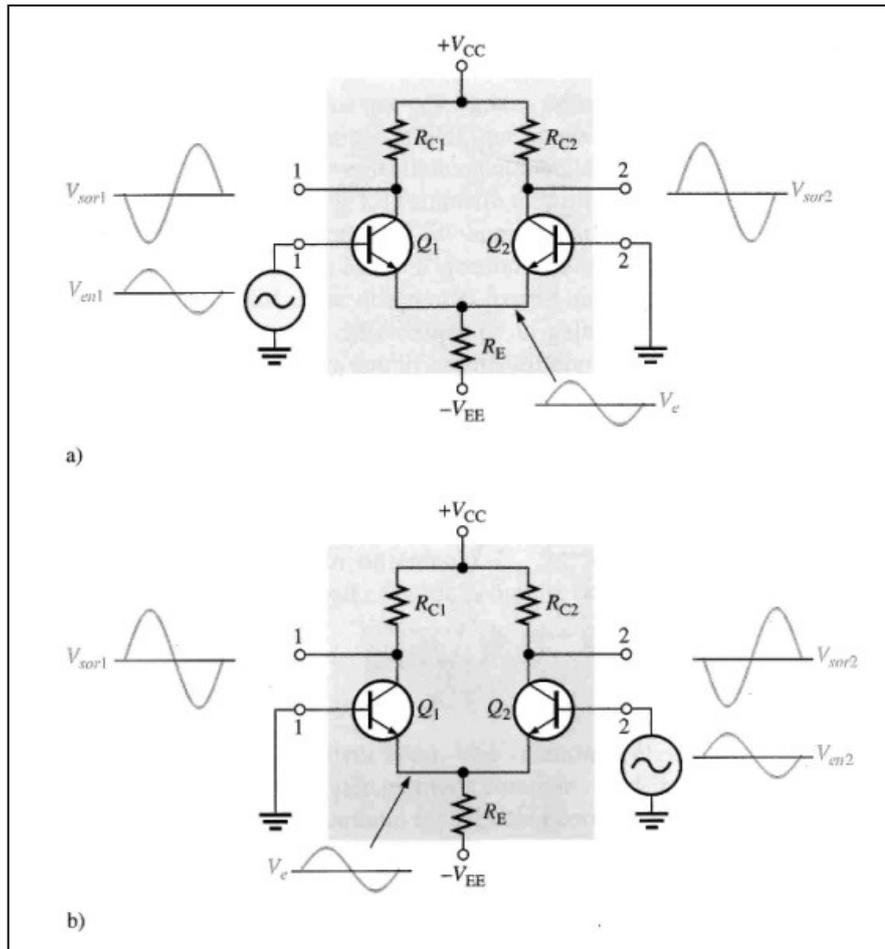


Figure 4.2 Fonctionnement d'un Amplificateur différentiel utilisant une entrée unique.

Entrée différentielle [1]

Sous ce mode, deux signaux de polarités opposées (déphasés) sont appliqués aux entrées (figure 4.3.a). ce type de fonctionnement est également appelé mode de fonctionnement à deux entrées. Chaque entrée affecte les sorties.

La figure (4.3.b) illustre les signaux de sortie lorsque le signal de l'entrée 1 agit seul comme entrée unique. La figure (4.3.c) les signaux de sortie lorsque le signal de l'entrée 2 agit seul comme entrée unique. Notez aux parties (b) et (c) que les signaux de la sortie 1 sont de même polarité. C'est également vrai pour la sortie 2. En superposant les deux signaux de la sortie 1 et ceux de la sortie 2, nous obtenons le fonctionnement total différentiel (figure 4.3.d)

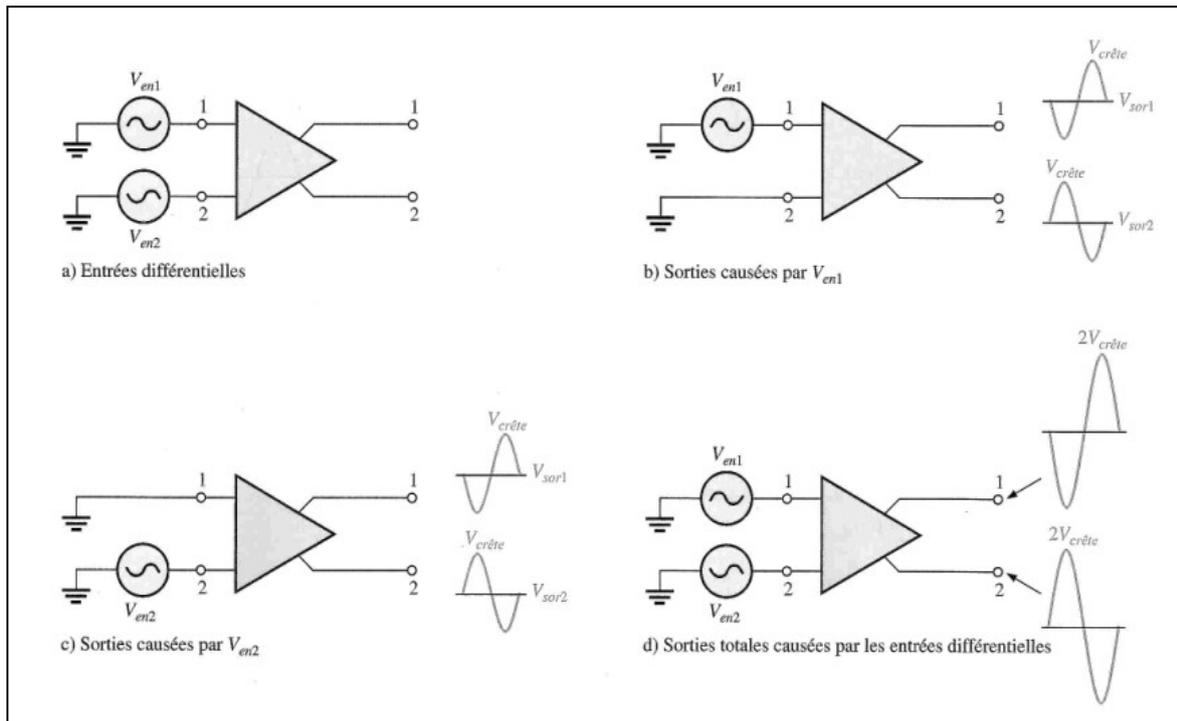


Figure 4.3 Fonctionnement en mode différentiel d'un amplificateur différentiel.