

# Schémathèque de montages à amplificateurs opérationnels

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Amplificateurs</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Générateurs continus</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Filtres actifs</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Redresseurs et détecteurs</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Dispositifs à seuils</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Générateurs de signaux</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Dispositifs non linéaires</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Montages divers</b>	<b>18</b>



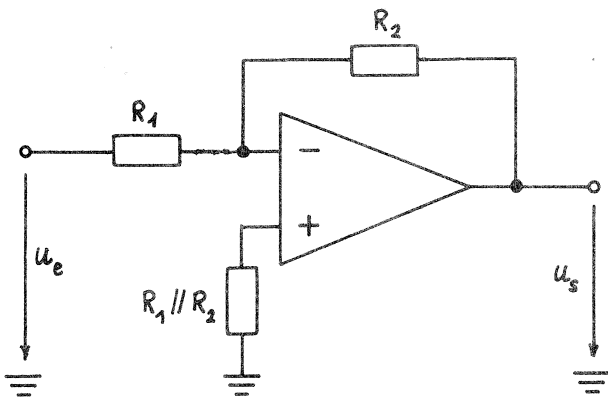
## Schémathèque de montages à amplificateurs opérationnels:

Voici un ensemble relativement complet de soixante-trois montages utilisant des amplificateurs opérationnels. Ils sont classés sous les huit rubriques suivantes: amplificateurs, générateurs continus, filtres actifs, redresseurs-détecteurs, dispositifs à seuils, générateurs de signaux, dispositifs non linéaires et montages divers.

Les montages proposés ne sont pas des schémas de principe, mais de véritables schémas d'applications des amplificateurs opérationnels. La réduction du décalage de la sortie dû aux courants de polarisation a été effectuée. Par contre, les réseaux de compensation en fréquence et d'annulation des signaux de décalage en entrée, différents, voire même absent, pour chaque type d'amplificateur opérationnel, ne figurent pas sur les schémas proposés.

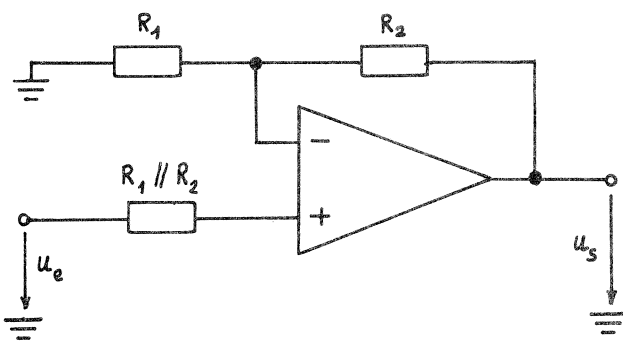
(Réf.: Manuel d'applications Sescosem; rédigé par J. Hufschmid)

### 1. Amplificateurs:



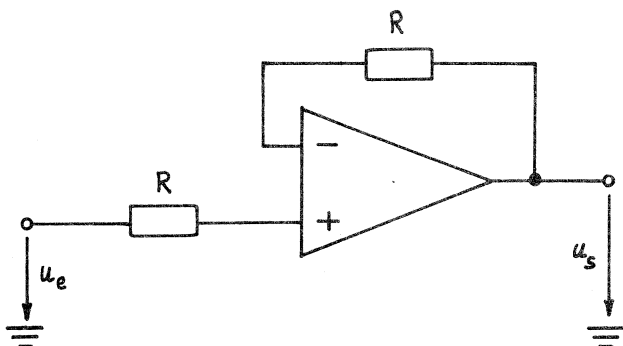
#### Amplificateur inverseur

Résistance d'entrée  $R_i = R_1$   
Gain de tension  $G_v = -\frac{R_2}{R_1}$



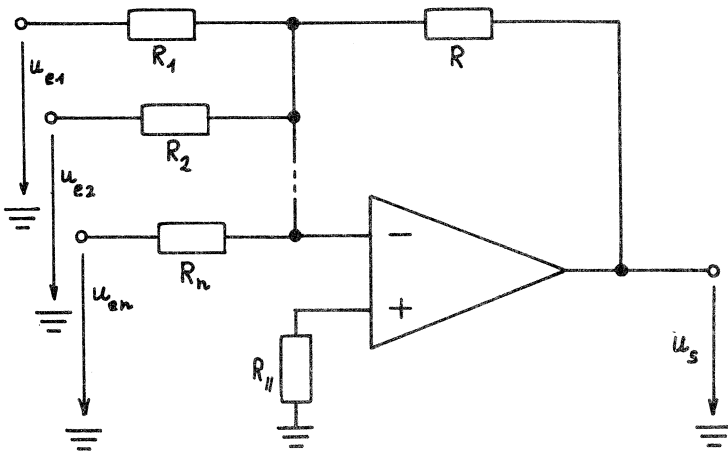
#### Amplificateur non inverseur

Résistance d'entrée  $R_i = R_c$  (résistance du mode commun)  
Gain de tension  $G_v = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$



#### Suiveur de tension

Résistance d'entrée  $R_i = R_c$   
Gain de tension  $G_v = 1$



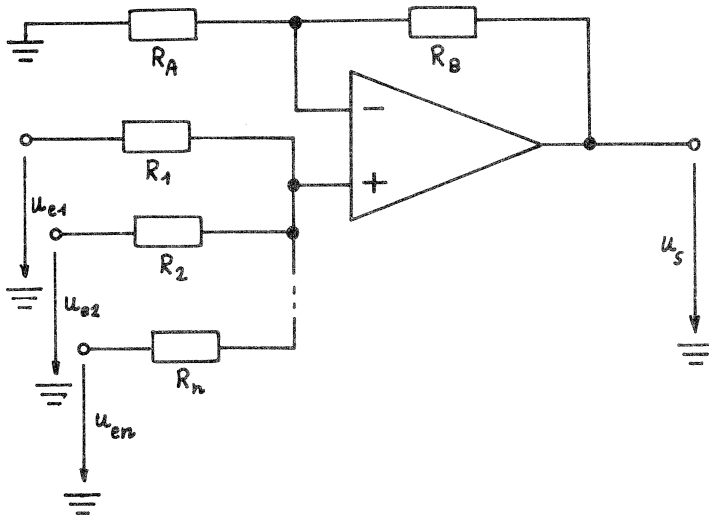
Sommeur inverseur

Résistance d'entrée sur la  
branche j:  $R_{ij} = R_j$

$$u_s = -R \sum_{j=1}^n \frac{u_{ej}}{R_j}$$

$$R_{//} = R_1 // R_2 // \dots // R_n // R$$

Sommeur non inverseur

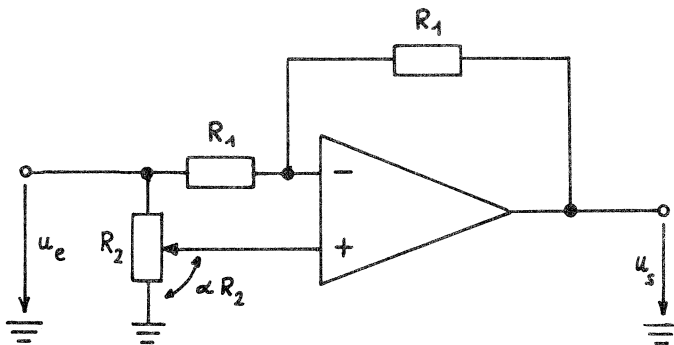


Dans la mesure où:

$$R_A // R_B = R_1 // R_2 // \dots // R_n,$$

$$u_s = R_B \sum_{j=1}^n \frac{u_{ej}}{R_j}$$

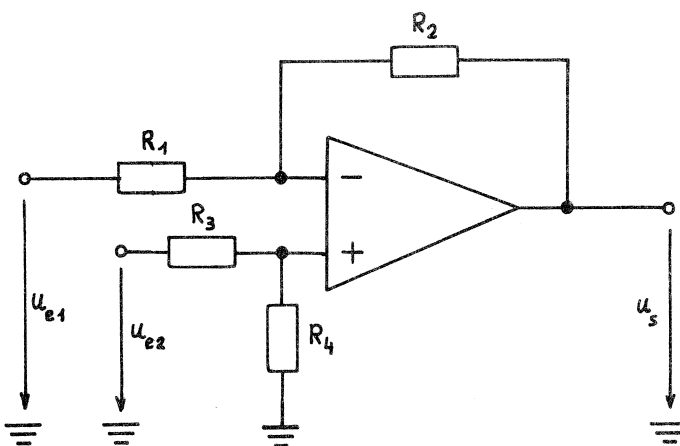
Il est possible d'associer ce montage au précédent pour constituer un additionneur-soustracteur à plusieurs entrées.



Circuit inverseur - non inverseur

Gain de tension  $G_v = 2 \cdot \alpha - 1$

Le gain du montage varie entre + 1 et - 1 selon la position du potentiomètre.



Amplificateur différentiel

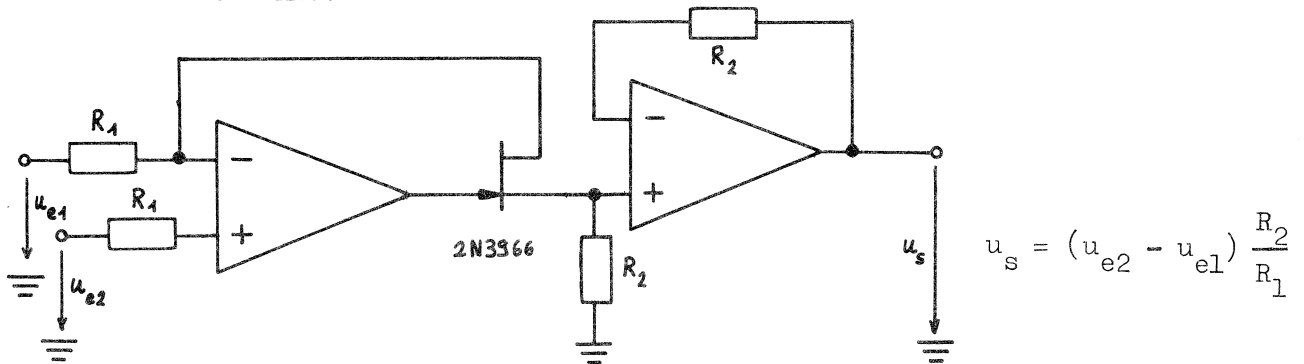
Si  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ , le montage fonctionne en amplificateur différentiel:

$$u_s = \frac{R_2}{R_1} (u_{e2} - u_{e1})$$

Le RRMC du montage est fonction de la précision avec laquelle est réalisée la condition:  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

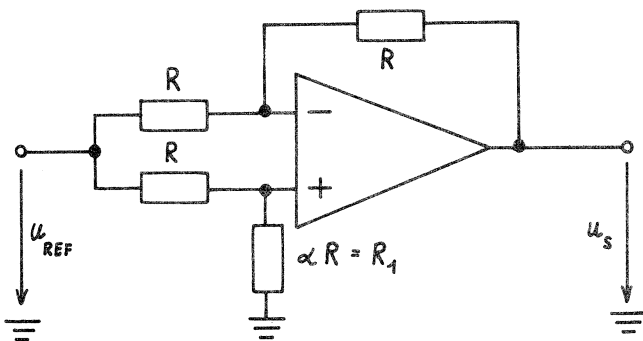
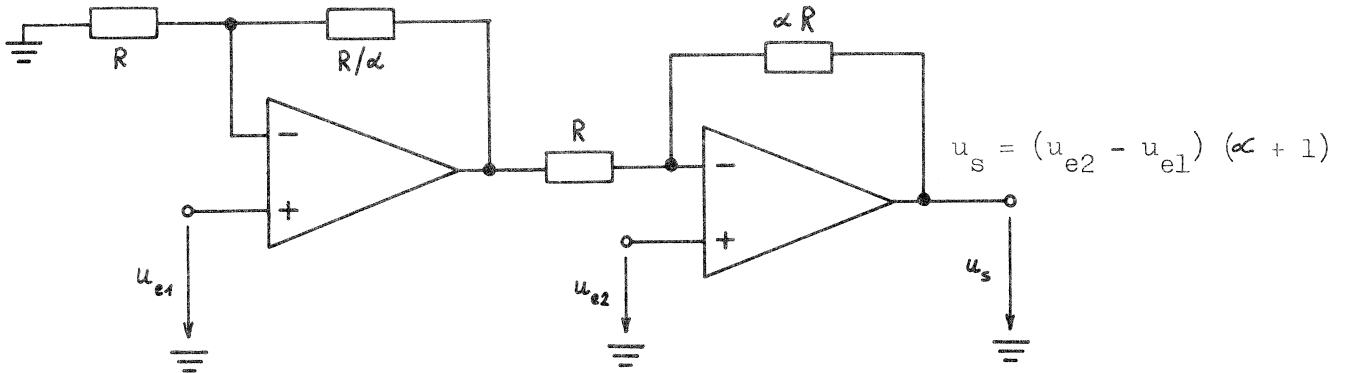
Amplificateur différentiel à RRMC élevé

Ce montage ne nécessite pas de composant à tolérances très étroites pour obtenir un très bon RRMC.



Amplificateur différentiel à hautes impédances d'entrée

Ce circuit combine les propriétés du montage non inverseur et du montage différentiel. Le RRMC est fonction de l'appariement des résistances de contre-réaction.

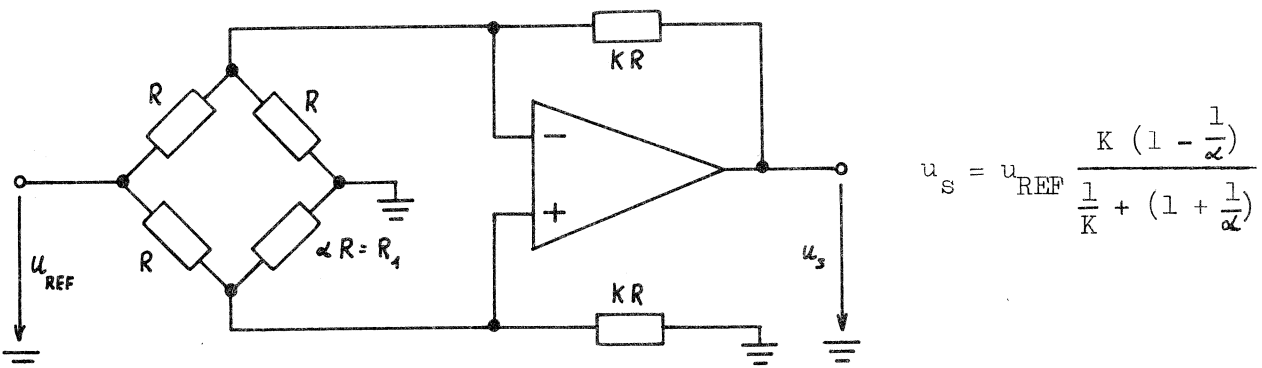


Montage différentiel en pont

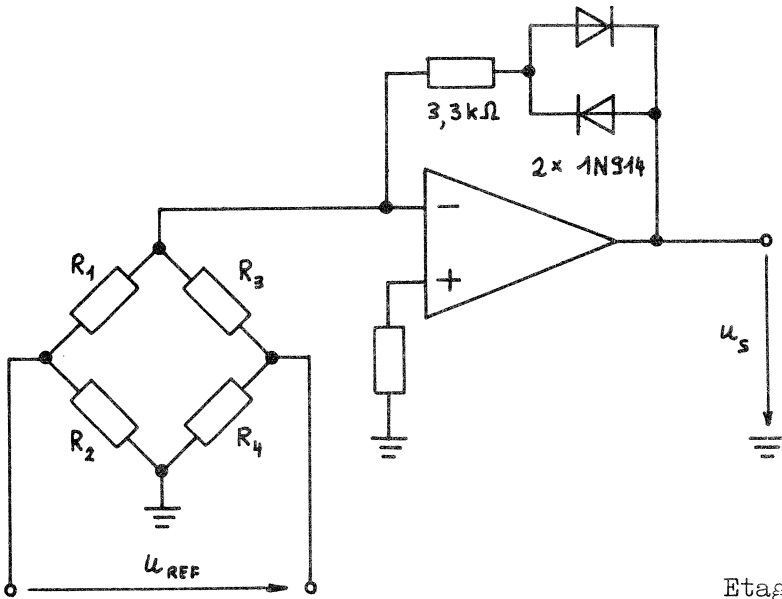
La résistance  $R_1$  varie en fonction d'un paramètre physique extérieur (température, contrainte, ...).

$$u_s = u_{REF} \left( \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \right)$$

Amplificateur pour pont de jauge



Schématèque de montages à A.O.

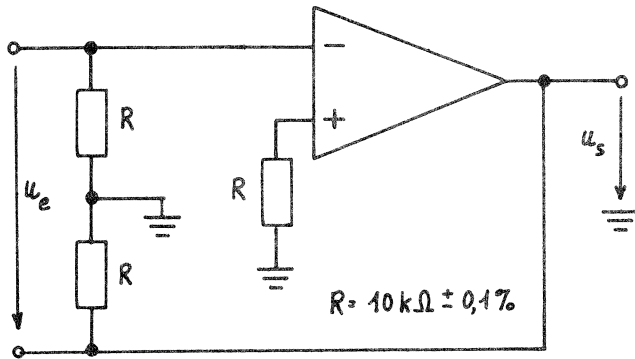


Indicateur d'équilibre de pont

La non linéarité, introduite par les deux diodes en contre-réaction, permet une indication précise de l'équilibre ( $u_s = 0$ ) pour:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Etage d'isolation à très haute impédance d'entrée



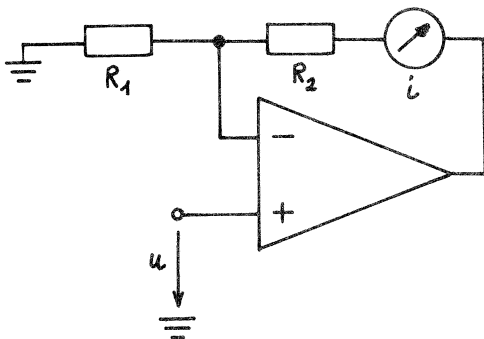
L'impédance d'entrée présentée par le montage est très élevée puisque la limitation due aux impédances du mode commun ( $Z_c$ ) qui affecte les montages non inverseurs n'intervient pas. Il nécessite cependant une source isolée du zéro volt électrique.

$$u_s = u_e$$

Amplificateur pour galvanomètre

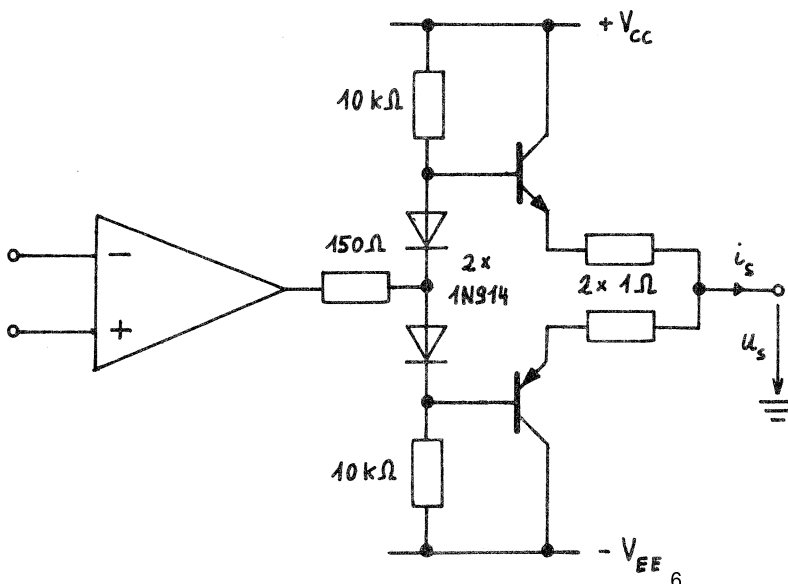
C'est un convertisseur tension-courant à haute impédance d'entrée.

$$i = \frac{u}{R_1}$$

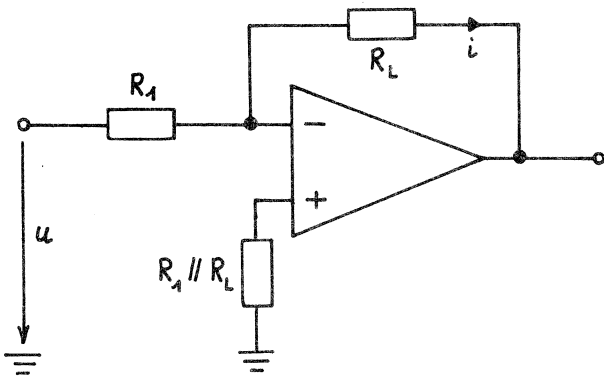


Etage de puissance à symétrie complémentaire

Le courant de sortie peut atteindre facilement 250 mA sans distorsion appréciable en utilisant une paire complémentaire à grand gain. Ce circuit est applicable à n'importe quel montage: l'élément de contre-réaction sera alors connecté en sortie de l'étage de puissance.

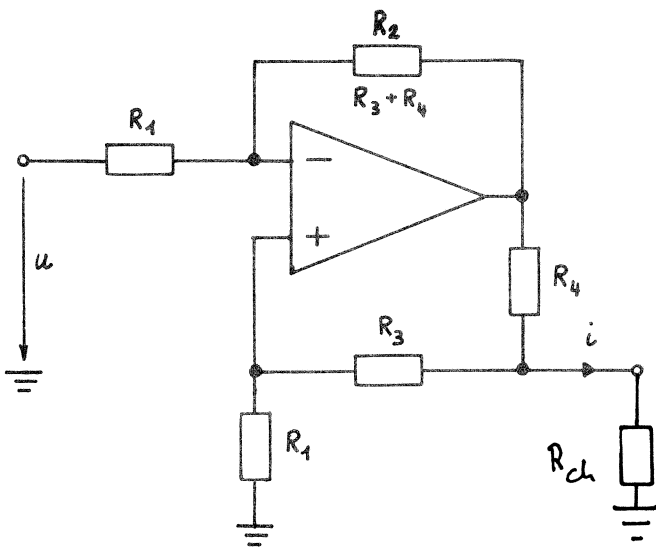


2. Générateurs continus:



Générateur de courant bipolaire à charge flottante:

$$i = - \frac{u}{R_1}$$



Générateur de courant bipolaire à charge à la masse:

Sous la condition  $R_2 = R_3 + R_4$

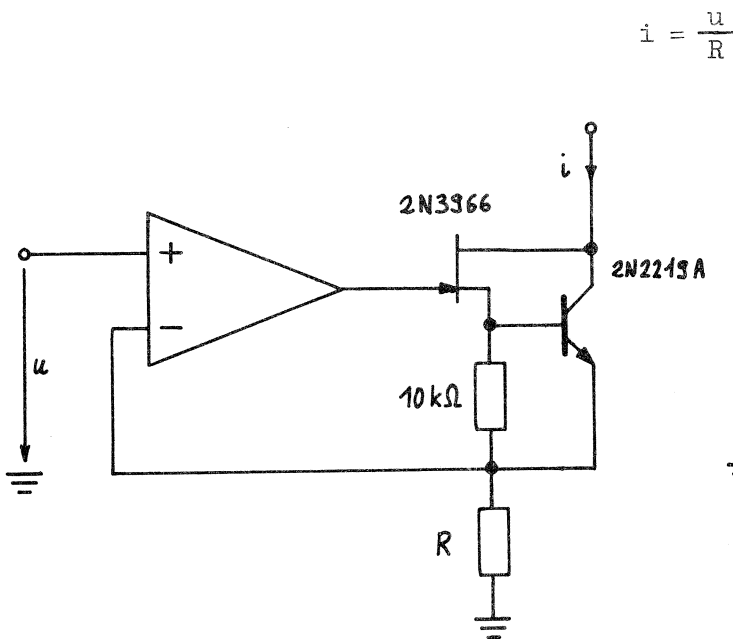
$$i = \frac{-R_2}{R_1 \cdot R_4} u$$

Afin de permettre l'utilisation d'impédances de charge de valeurs élevées, on prendra  $R_4 \ll R_3$ .

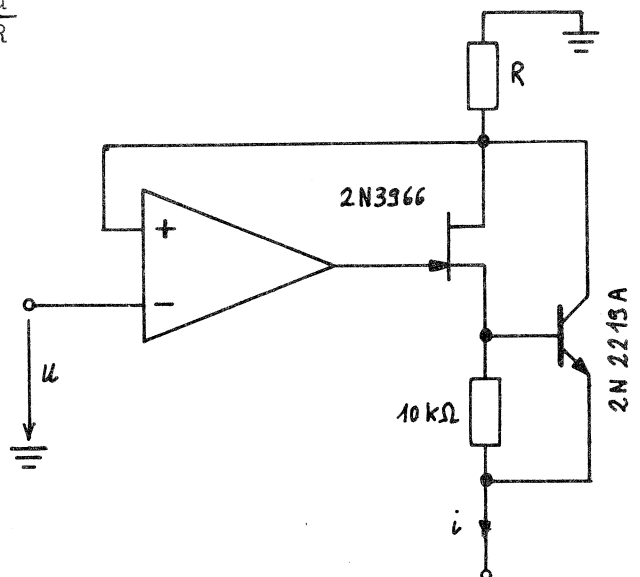
Générateur de courant unipolaire:

a) Charge à  $+V_{CC}$  (u positif)

b) Charge à  $-V_{EE}$  (u négatif)



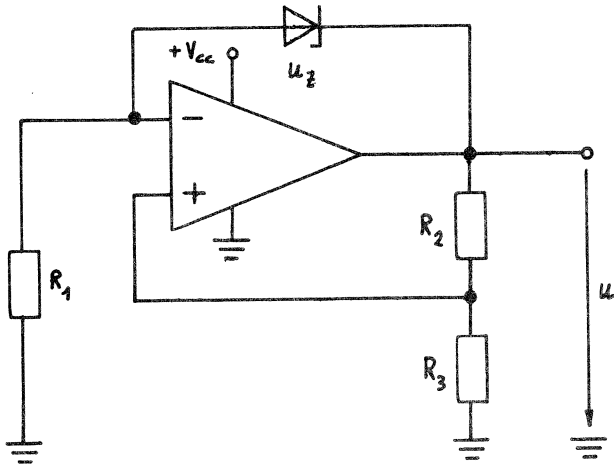
$$i = \frac{u}{R}$$



Sources de tension positive

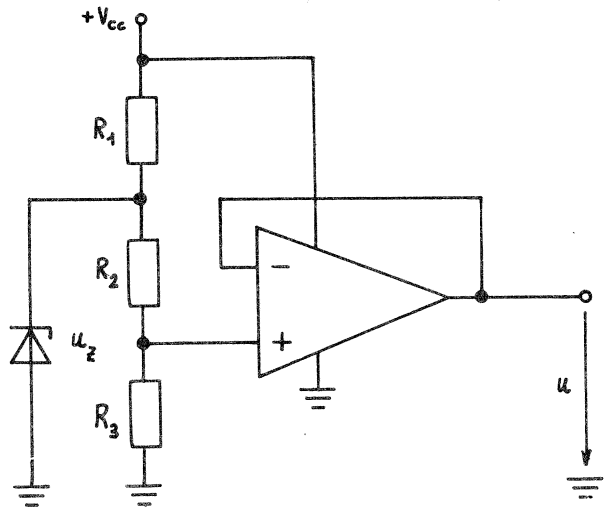
a)  $u > u_Z$

$$u = u_Z \left( 1 + \frac{R_3}{R_2} \right)$$



b)  $u < u_Z$

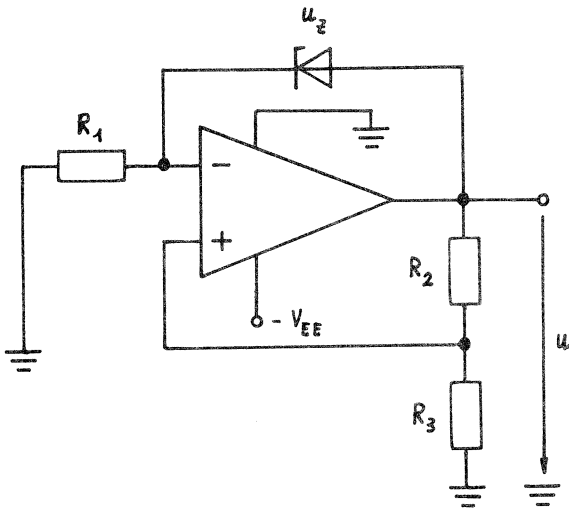
$$u = u_Z \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)$$



Sources de tension négative

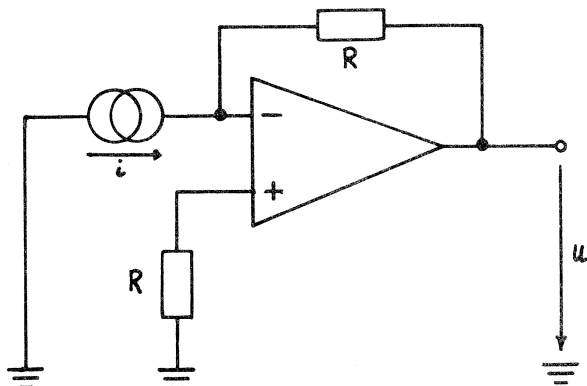
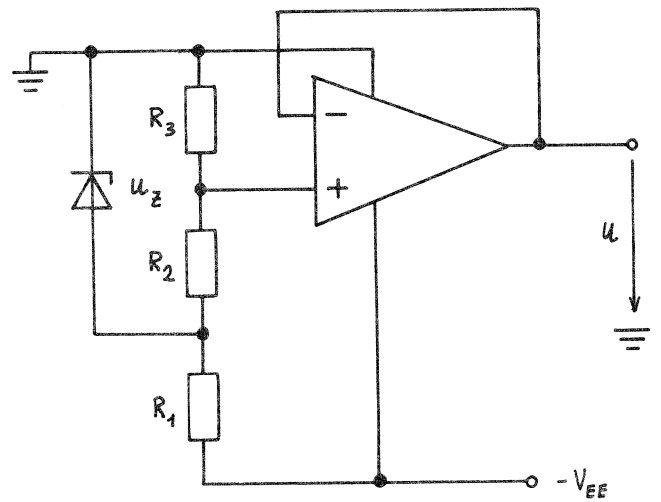
a)  $|u| > |u_Z|$

$$u = -|u_Z| \left( 1 + \frac{R_3}{R_2} \right)$$



b)  $|u| < |u_Z|$

$$u = -|u_Z| \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)$$



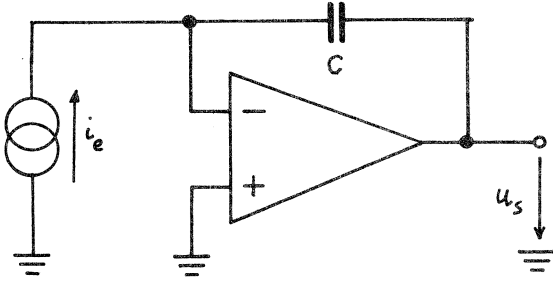
Convertisseur courant-tension

L'impédance d'entre du montage est extrêmement réduite.

$$u = -R \cdot i$$

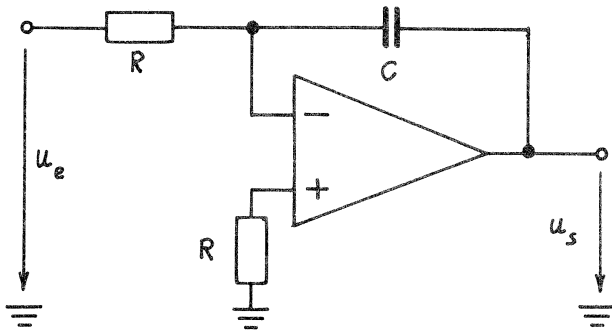
3. Filtres actifs:

Seuls les filtres les plus simples sont décrits ici. Un article spécialement consacré aux filtres actifs sera publié ultérieurement.



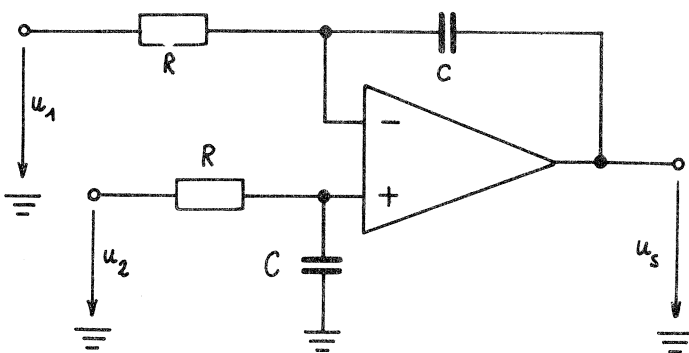
Intégration d'un courant:

$$u_s = -\frac{1}{C} \int_0^t i_e dt + u_s(0)$$



Intégration d'une tension:

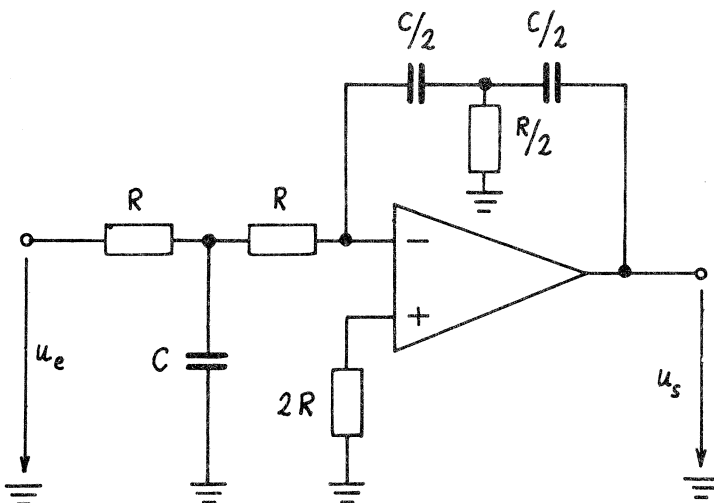
$$u_s = -\frac{1}{RC} \int_0^t u_e dt + u_s(0)$$



Intégrateur de différence:

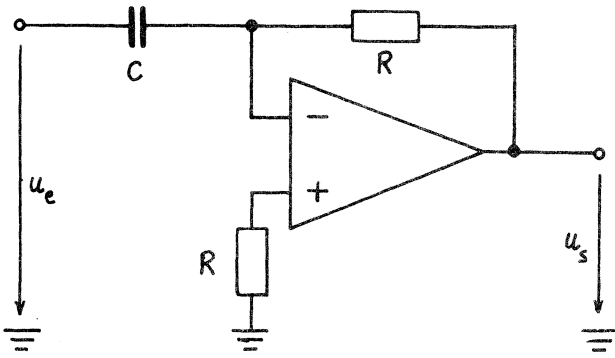
$$u_s = \frac{1}{RC} \int_0^t (u_2 - u_1) dt + u_s(0)$$

Si  $u_1 = 0$ , le montage fonctionne en intégrateur non inverseur.



Intégrateur double:

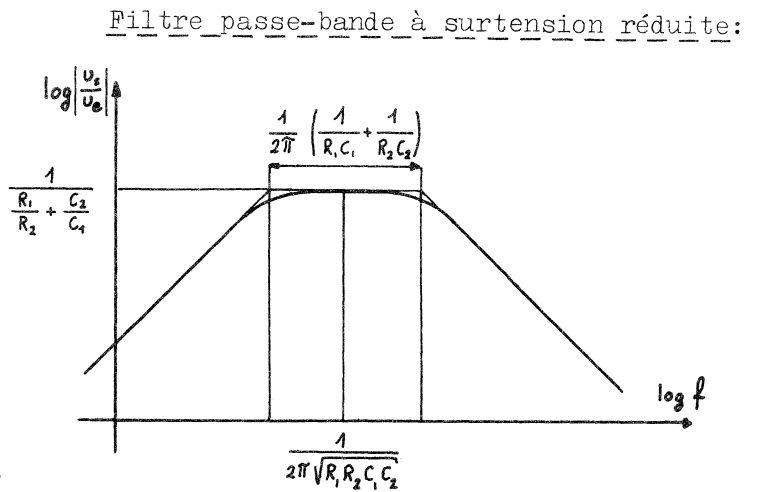
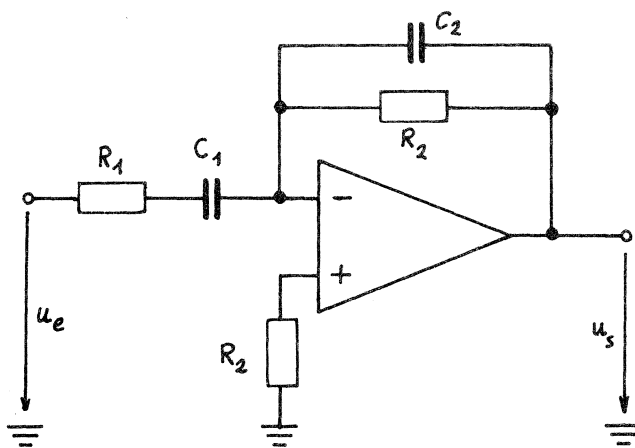
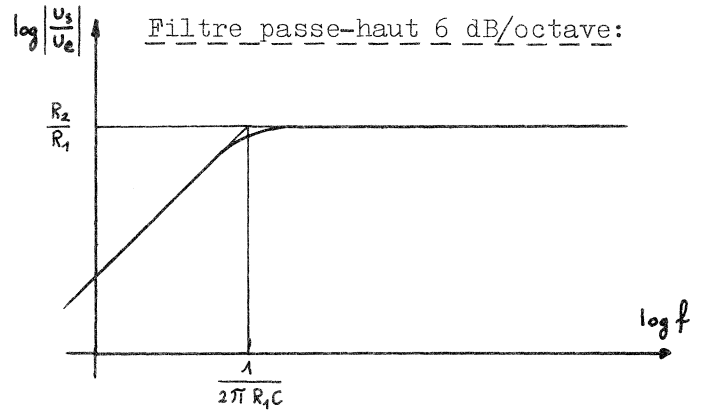
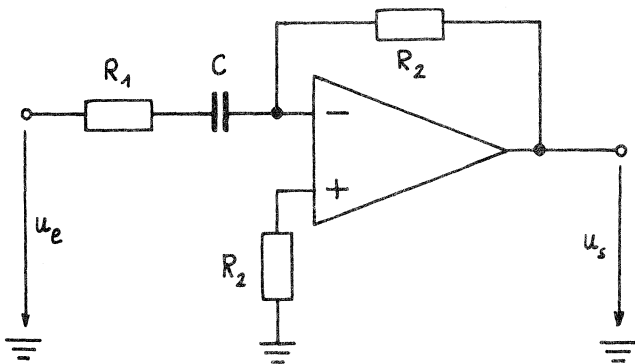
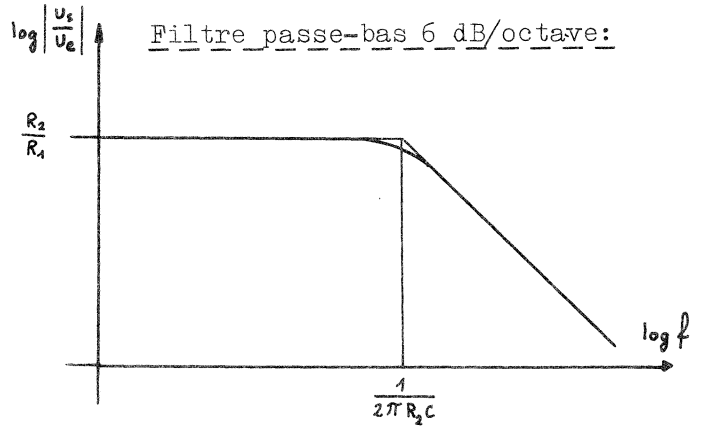
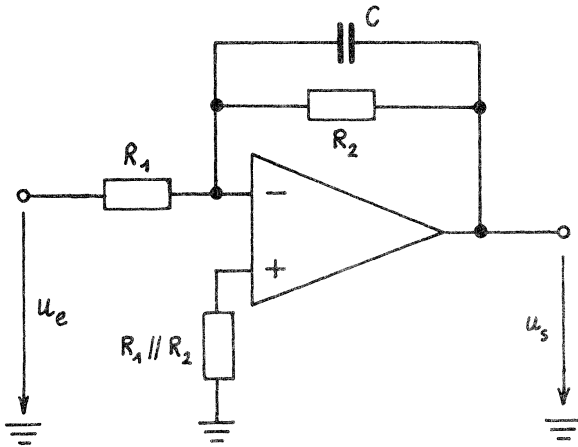
$$u_s = -\frac{4}{R^2 C^2} \int_0^t \int_0^t u_e(t) dt dt$$



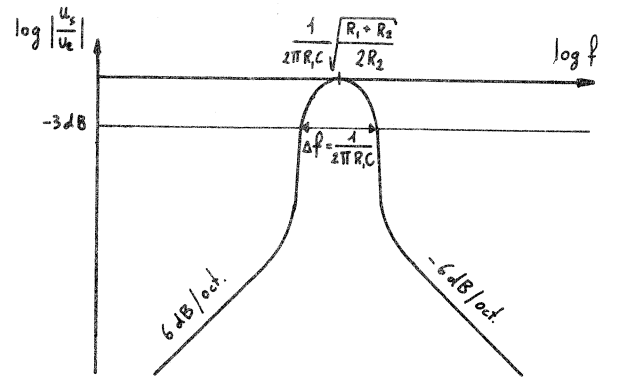
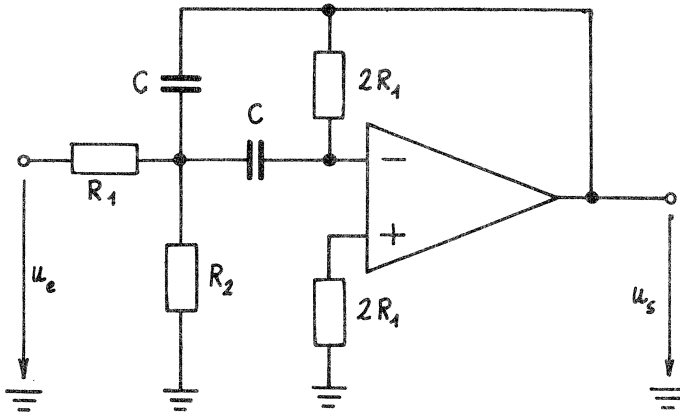
Dérivateur:

La source de tension produisant  $u_e$  doit posséder une résistance interne nulle.

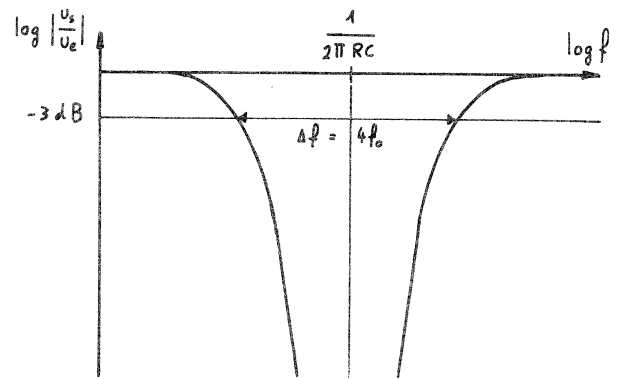
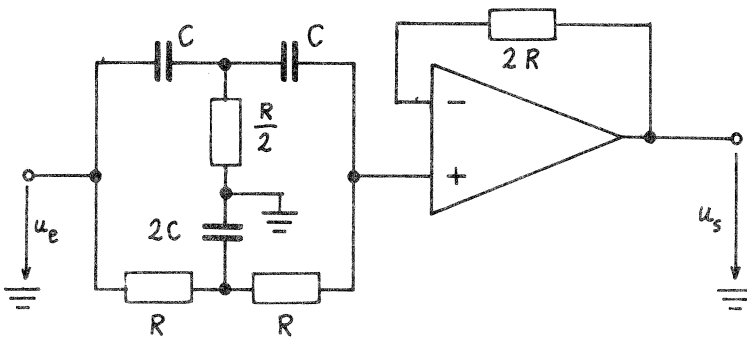
$$u_s = - \frac{du_e}{dt} RC$$



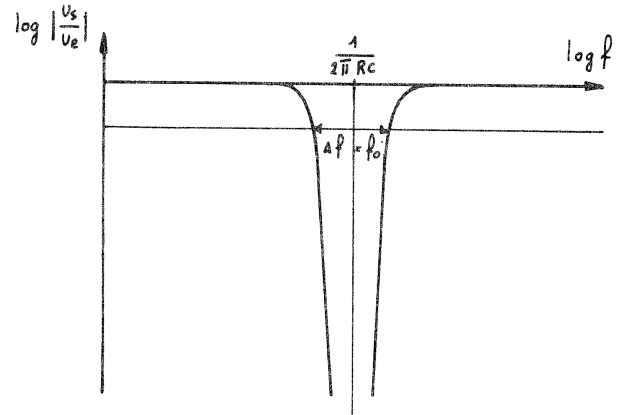
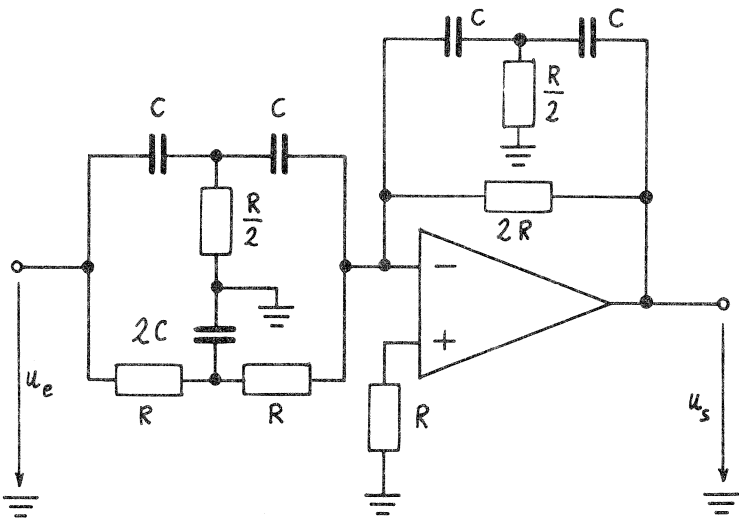
Filtre passe-bande à surtension élevée:



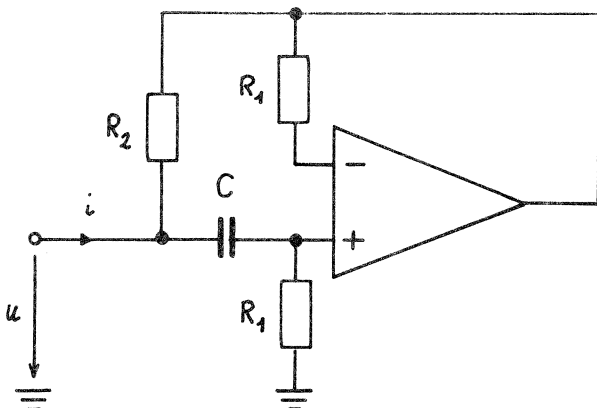
Filtre coupe-bande à large bande:



Filtre coupe-bande à bande étroite:



Inductance active:



≡

