Méthode de conception en électronique

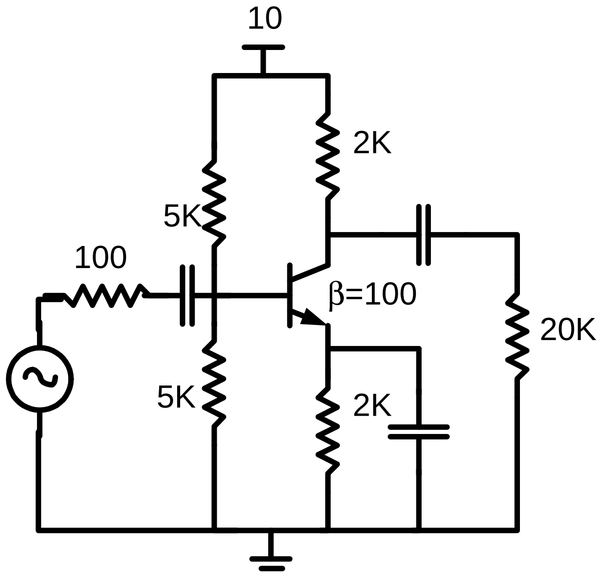
Cours 6

Jusqu’à présent

- Étapes:
  - Analyse DC: C sont circuits ouverts
  - Calculer paramètres petit-signal
  - Analyse AC: C sont courts-circuits
- Condensateurs enlèvent DC
- Condensateurs “laissent passer” AC
- Pourquoi?
  - Parce qu’ils sont des filtres passe-haut

Jusqu'à présent

- Un filtre passe-haut laisse passer les hautes frequences
  - Qu'est-ce que ca veut dire "haute" frequence?
- Considérez un cas concret…



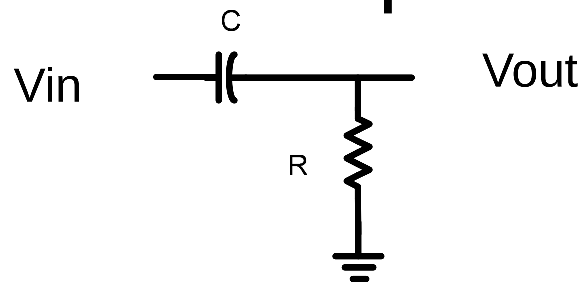
Imaginez que v_{in} est a 400Hz.

Quelles valeurs de C devrais-je choisir?

Faisons un petit retour en arrière…

Rappel: fréquences

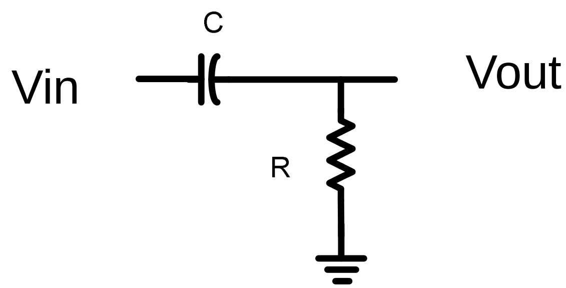
- Considerez ce filtre passe-haut:



- Quelles fréquences passent?
  1) Trouver fonction de transfert
  2) Régime sinusoidal etabli: $s=j\omega$
  3) Mettre le gain égal à 0.707
  4) Résoudre pour trouver ω

Rappel: fréquences

- Le circuit est:



- On trouve V_{OUT} (diviseur de tension):

$$V_{OUT} = V_{IN} \frac{R}{R + \frac{1}{sC}}$$

- Fonction de transfert:

$$V_{OUT} = V_{IN} \frac{R\left(\frac{s}{R}\right)}{R\left(\frac{s}{R}\right) + \frac{1}{sC}\left(\frac{s}{R}\right)} \quad \Longrightarrow \quad \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{s}{s + \frac{1}{CR}}$$

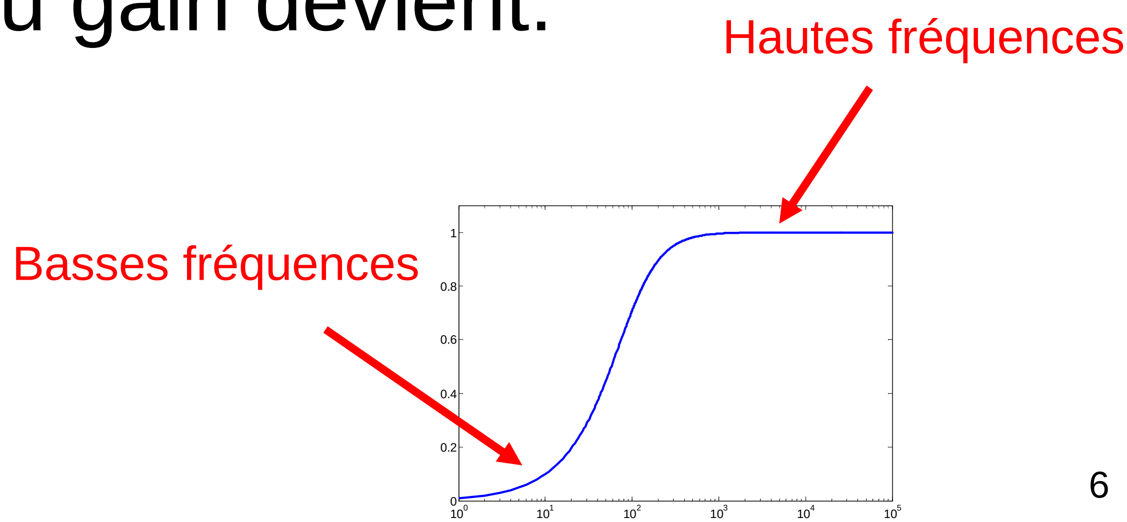
Rappel: fréquences

- On sait que s=σ+jω
  - En régime sinusoidal établi, σ→0 et donc, s=jω

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \left(\frac{j\omega}{j\omega + \frac{1}{CR}} \right)$$

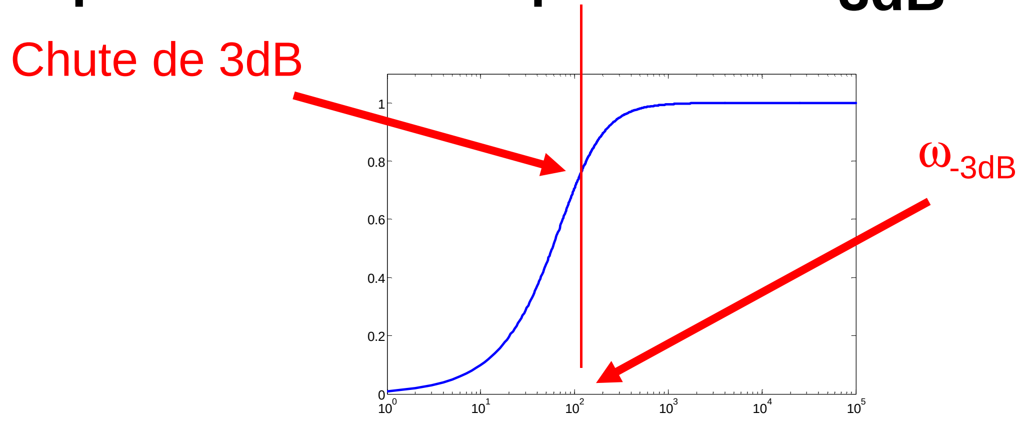
- L'amplitude du gain devient:

$$\left| \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right| = \frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + \left(\frac{1}{CR} \right)^2}}$$



Rappel: fréquences

- Il y a une plage de fréquences où le gain est maximal
  - Avec un changement de fréquences, ce gain peut chuter
  - On va s'interesser au point où le gain **baisse de 3dB**
- La fréquence à ce point: $\omega_{\mathbf{-3dB}}$



Rappel: fréquences

- ω_{-3dB} : fréquence de coupure
  - Fréquence où gain est -3dB de son maximum.
- Comment trouver un gain en décibels?

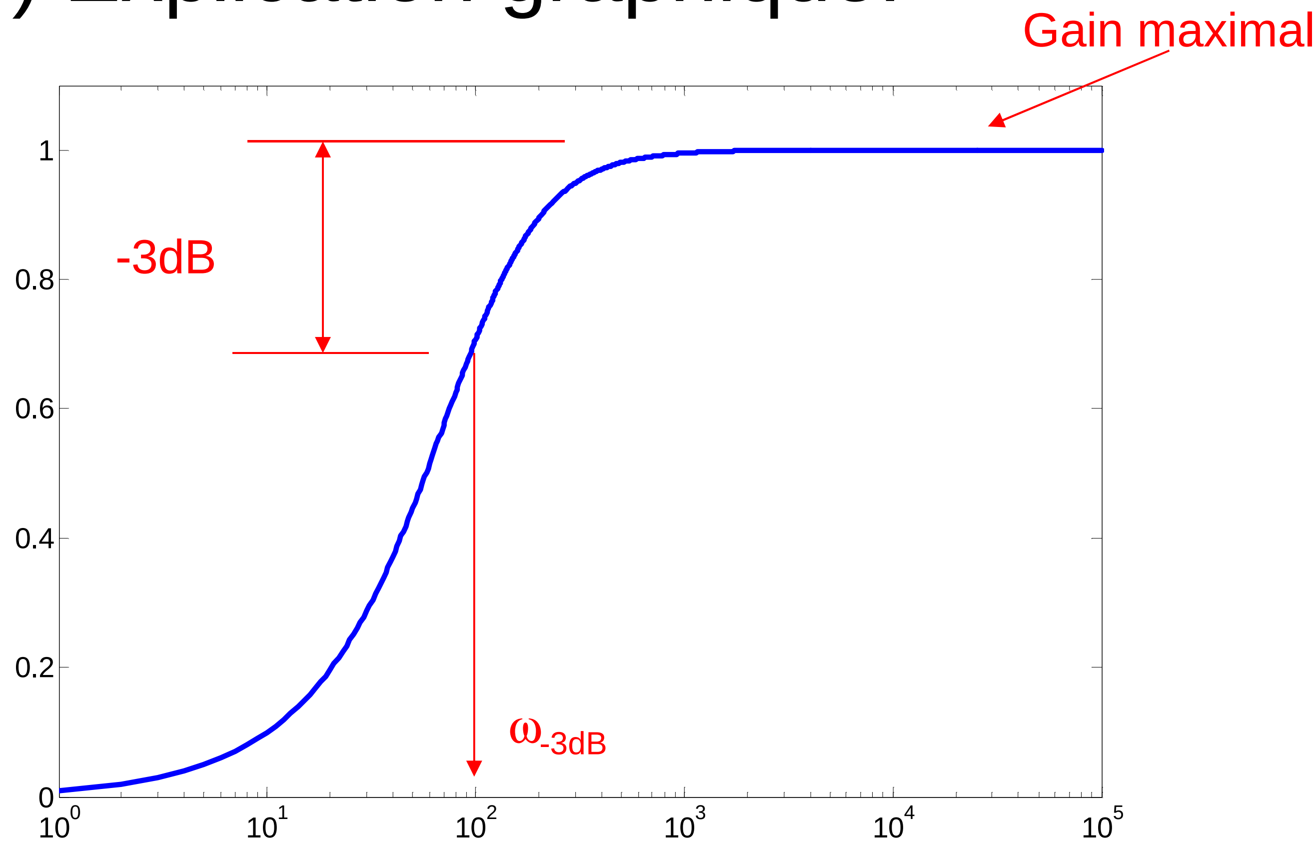
$$GAIN_{dB} = 20LOG_{10}\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

- Une chute de -3dB correspond à:

$$-3 = 20LOG_{10}\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad \Rightarrow \quad \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 10^{\left(\frac{-3}{20}\right)} \cong 0.707 = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

Rappel: fréquences

- (Même) Explication graphique:



Rappel: fréquences

- Notre filtre a un gain maximal de 1

$\omega \rightarrow \infty$

$$\left|\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right| = \frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + \cancel{\left(\frac{1}{CR}\right)^2}}} \xrightarrow{} 0 \quad \Rightarrow \quad \left|\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right| = 1$$

Gain maximal

- On trouve fréquence où le gain est 0.707.

$$\left|\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right| = \frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + \left(\frac{1}{CR}\right)^2}} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\omega_{-3dB}}{\sqrt{\omega_{-3dB}{}^2 + \left(\frac{1}{CR}\right)^2}}$$

- On isole ω_{-3dB}:

$$\omega_{-3dB} = \left(\frac{1}{CR}\right)$$

Rappel: fréquences

- Regardons l'équation de la fonction de transfert:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \left(\frac{s}{s + \frac{1}{CR}} \right)$$

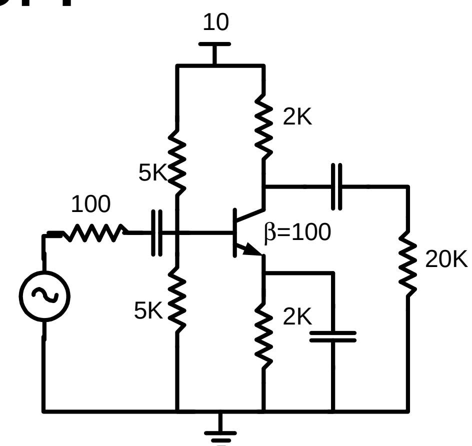
- Sous cette forme, ω_{-3dB} est "à côté" du s:

$$\omega_{-3dB} = \left(\frac{1}{CR} \right)$$

Retournons voir ce qu'on voulait faire initialement

C’était quoi le but de tout ça?

- Notre amplificateur a 3 condensateurs
- On pourrait trouver ω_{-3dB} avec l’analyse au long, mais…
  - Difficile à analyser
  - Difficile à interpreter (grosse équation)
- Peut-on simplifier?



Constante de temps (CC)

- On présente une nouvelle technique:
  - Approche approximative
  - Permet de réduire les calculs
  - Permet de développer un peu d’intuition
- Approche par « constante de temps court circuit »
- Commençons par dériver l’approche…

Constante de temps (CC)

- Notre circuit a 3 condensateurs, donc c'est un système du 3^e ordre
- C'est un filtre passe haut
  - Fonction de transfert générique:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{Ks^3}{(s+\omega_1)(s+\omega_2)(s+\omega_3)}$$

$$\omega \rightarrow 0 \qquad \text{Gain} = 0$$

$$\omega \rightarrow \infty \qquad \text{Gain} \rightarrow \max$$

  - ω_1, ω_2, ω_3: 3 pôles associés aux 3 condensateurs

Développons le dénominateur…

Constante de temps (CC)

- Ça nous donne…

$$s^3 + s^2(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3) + s[(\omega_1\omega_2) + \omega_3(\omega_1 + \omega_2)] + \omega_1\omega_2\omega_3$$

- On doit simplifier…
  - On s'intéresse aux "hautes" fréquences
  - "Hautes" fréquences comparées à ω_1, ω_2 et ω_3
- À des "hautes" fréquences, *s* est grand
  - Les s^2 et s^3 dominent
  - Le reste devient négligeable

$$\underline{s^3} + \underline{s^2(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)} + \cancel{s[(\omega_1\omega_2) + \omega_3(\omega_1 + \omega_2)]} + \cancel{\omega_1\omega_2\omega_3}$$

Constante de temps (CC)

- La fonction de transfert deviendrait:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{Ks^3}{s^3 + s^2(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)} = \frac{Ks}{s + (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)}$$

  - Ça devient un filtre passe haut du 1er ordre
- On trouve ω_{-3dB} en regargand “à côté” du s

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \left(\frac{s}{s + \underline{\frac{1}{CR}}} \right) \Leftrightarrow \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{Ks}{s + \underline{(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)}}$$

Constante de temps (CC)

- Comment trouver ω_{-3dB}?
  - Il faut calculer $\omega_1+\omega_2+\omega_3$.
- C’est quoi ω_1, ω_2 et ω_3?
  - $\omega_{1,}$ ω_2 et ω_3 sont les 3 pôles déterminés par les condensateurs
- Chaque ω dépend des 3 condensateurs
  - Très lourd comme calcul

Essayons donc de simplifier ça…

Constante de temps (CC)

- Les valeurs de ω_1, ω_2 et ω_3 dépendent SURTOUT d'un C en particulier.
  - Dans certains cas, on peut négliger l'effet des autres C
- On peut dire que $\omega_{1,}$ ω_2 et ω_3 sont les ω_{-3dB} de C_1, C_2 et C_3 (respectivement)
- Pour chaque C, on fait semblant que les autres C n'ont pas effets…
  - Les autres C sont court circuités

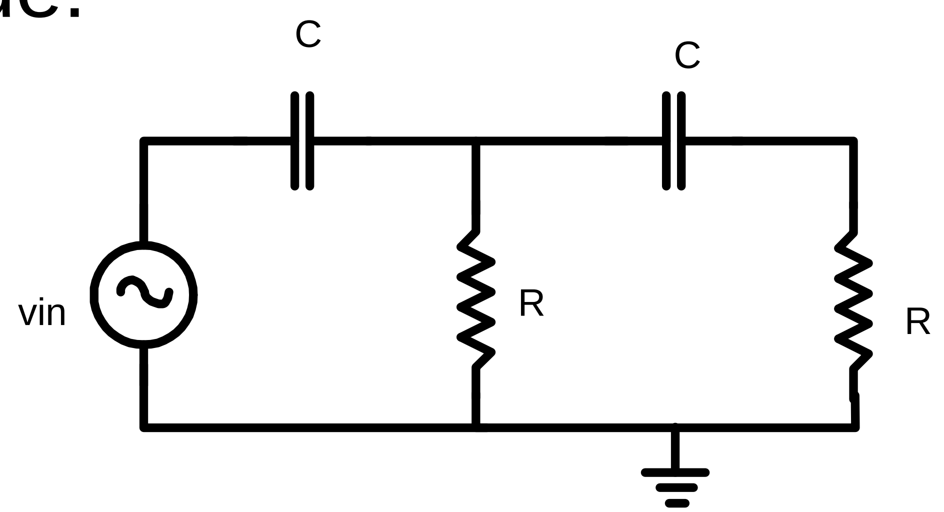
C'est une approximation qui tient souvent…

Constante de temps (CC)

- Recette:
  - Considérer un C.
  - Mettre à 0 les sources indépendantes
  - Trouver le R que “voit” ce C
  - 1/RC sera son ω_{-3dB}
  - Refaire pour tous les C
  - ω_{-3dB} est la somme des contributions

Exemple

- Prenons un cas simple pour illustrer la technique:



- On veut ω_{-3dB} de V_{OUT}/V_{IN}

On va analyser ça de 2 manières: classique et constante de temps

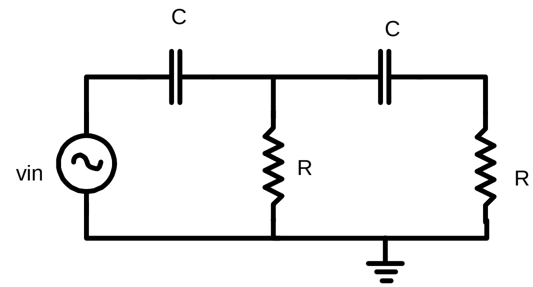
Exemple

- L'approche classique:
  - Trouver v_{out}/v_{in}
  - Remplacer $s \rightarrow j\omega$
  - Trouver l'équation de l'amplitude
  - Mettre égal à $\frac{1}{\sqrt{2}}$
  - Isoler ω

Exemple

- On utilise l’algèbre pour trouver v_{out}/v_{in}:

$$T(s) = \frac{V_{OUT}(s)}{V_{IN}(s)} = \frac{1}{s^2C^2R^2 + 3sCR + 1}$$



- On fait une analyse en fréquences
  - On est donc en régime sinusoidal établi
  - On remplace s$\rightarrow$ jω

$$T(j\omega) = \frac{1}{(j\omega)^2C^2R^2 + 3(j\omega)CR + 1} = \frac{1}{1 - \omega^2C^2R^2 + j\omega 3CR}$$

Exemple

- On veut maintenant son amplitude:

$$|T(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\left(1-\omega^2 C^2 R^2\right)^2 + \left(j\omega 3CR\right)^2}}$$

- ω_{-3dB}, fréquence quand l'amplitude est à 0.707 de son maximum

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1-\omega_{-3dB}{}^2 C^2 R^2\right)^2 + \left(j\omega_{-3dB} 3CR\right)^2}}$$

On doit maintenant isoler ω_{-3dB}

Exemple

- On isole $\omega_{-3\text{dB}}$, et on voit qu'il y a 4 réponses possibles (mathématiquement):

$$\pm\frac{\sqrt{\left(22\pm 10\sqrt{5}\right)}}{2RC}$$

  - Réponses imaginaires: Pas bonnes
  - Réponses négatives: Pas bonnes

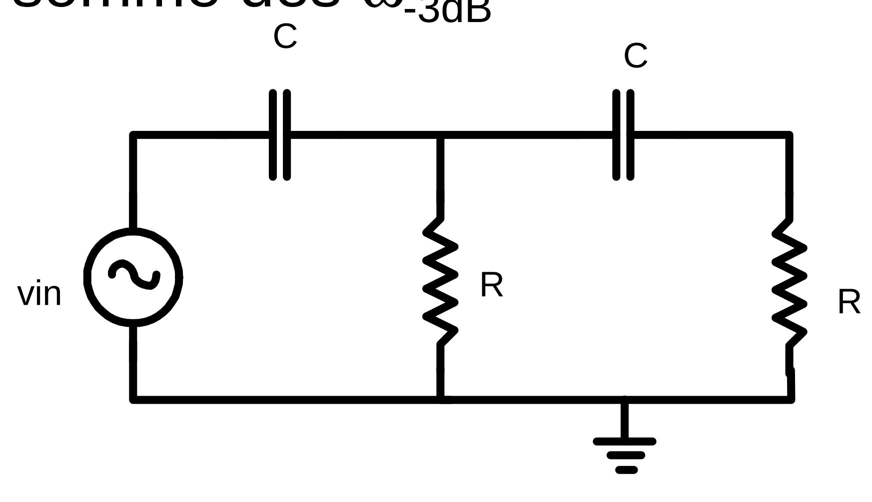
- Il reste:

$$\frac{\sqrt{\left(22+10\sqrt{5}\right)}}{2RC}=\frac{3.33}{RC}$$

C'est la première méthode…

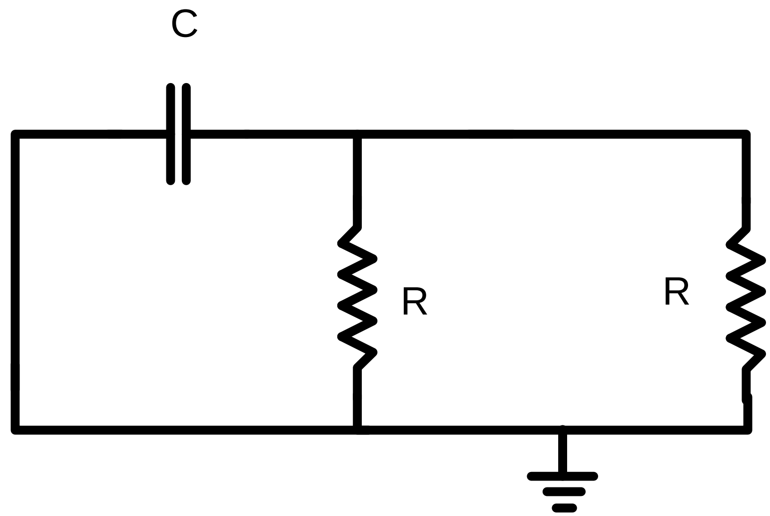
Exemple

- Allons-y avec la nouvelle méthode…
  - Considérer chaque C individuellement
  - Court-circuiter les autres C
  - Mettre v_{in} à 0
  - Trouver R_{EQ} “vu” par le C
  - Faire la somme des ω_{-3dB}



Exemple

- On prend le premier condensateur
- Quel R_{EQ} “voit-il”?
- Par “inspection”, on voit que c’est (R||R)
- On peut aussi y aller systématiquement
  - En fait, on DEVRAIT y aller systématiquement



Exemple

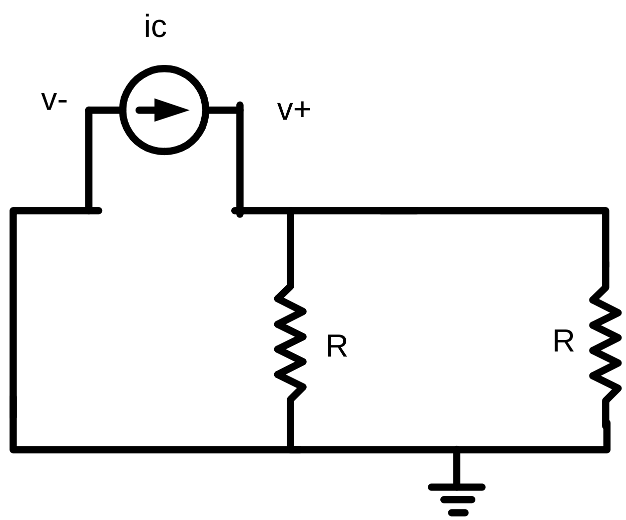
- Quelle résistance se trouve aux bornes du condensateur?
- Deux autres façons de le dire:
  - 1) SI C était une source V, quel I serait tiré?
  - 2) SI C était une source I, quel V serait à ses bornes?

$$R_{EQ} = \frac{V}{I}$$

- Utilisons l'approche 2 (source de courant)

Exemple

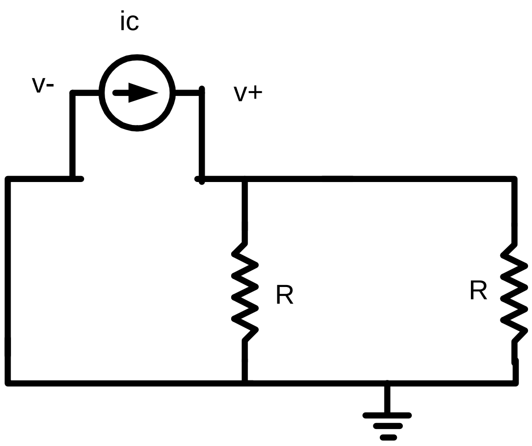
1) On remplace C par une source de courant
2) On voit quelle tension se developpe à ses bornes (V_+ - V_-)



$$R_{EQ} = \frac{V_+ - V_-}{I}$$

Exemple

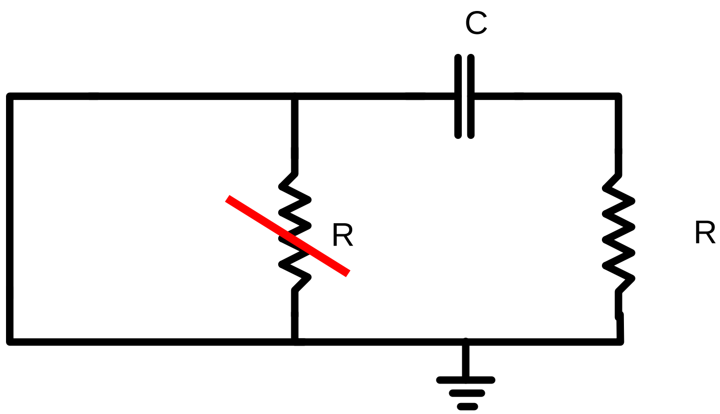
- Pour la tension il faut trouver V_+ et V_-:
  - $V_-=0$
  - $V_+=I_C(R||R)$
  - $V_+-V_-=I_C(R||R)$
- La résistance équivalente:
  - $R_{EQ=}(V_+-V_-)/I_C= (R||R)=R/2$
- La fréquence de coupure est $1/R_{EQ}C$:
  - $\omega_{-3dB}=2/RC$



Le premier C contribue $\omega_1=2/RC$
Allons voir la contribution de l'autre C

Exemple

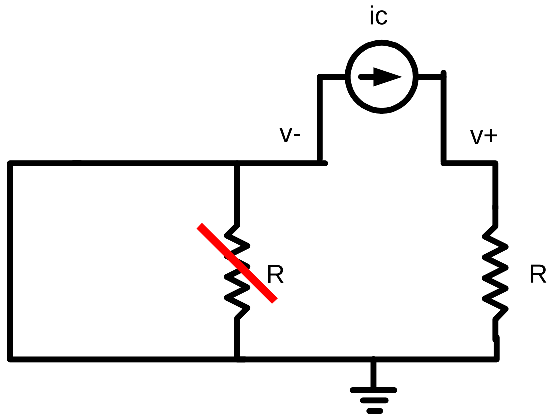
- On considère l'autre C:



- L'un des R est court-circuité: il ne fait rien.
- On peut faire l'approche par inspection:
  - $R_{EQ}=R$

Mais, faisons-le au long aussi…

Exemple



- On trouve la tension:
  - $V_-=0$
  - $V_+=i_cR$
- La résistance équivalente sera:

$$R_{EQ} = \frac{I_C R - 0}{I_C} = R$$

- Et la fréquence de coupure sera
  - $\omega_{-3dB}=1/RC$

Le deuxieme C contribue $\omega_2=1/RC$

Exemple

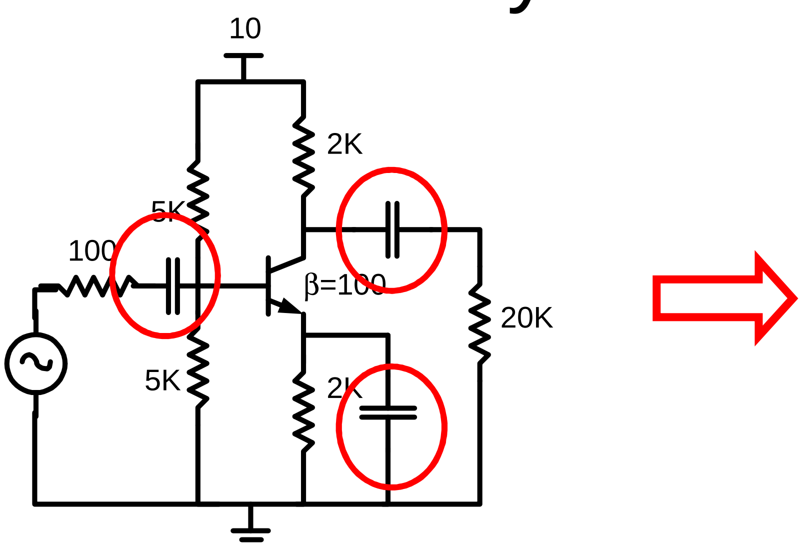
- Le ω_{-3dB} total est la somme des 2 contributions

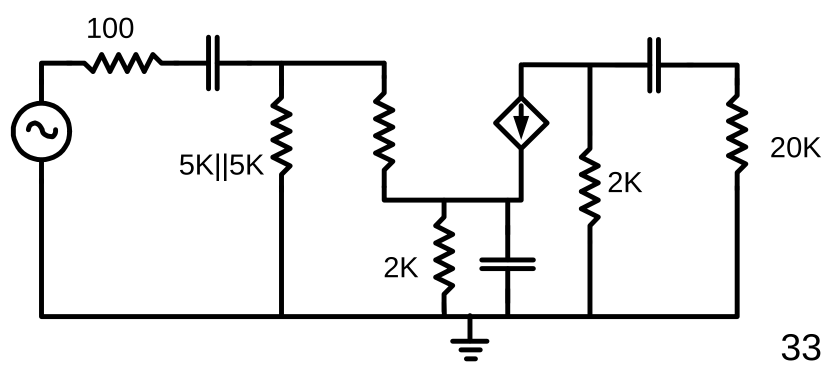
$$\omega_{-3dB} = \omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{RC} + \frac{1}{RC} = \frac{3}{RC}$$

- On compare les résultats: $\frac{3}{RC} \text{ vs } \frac{3.33}{RC}$
  - Moins précis
  - Vite et facile
  - Montre la contribution de chaque condensateur

Revenons à ce qu’on faisait

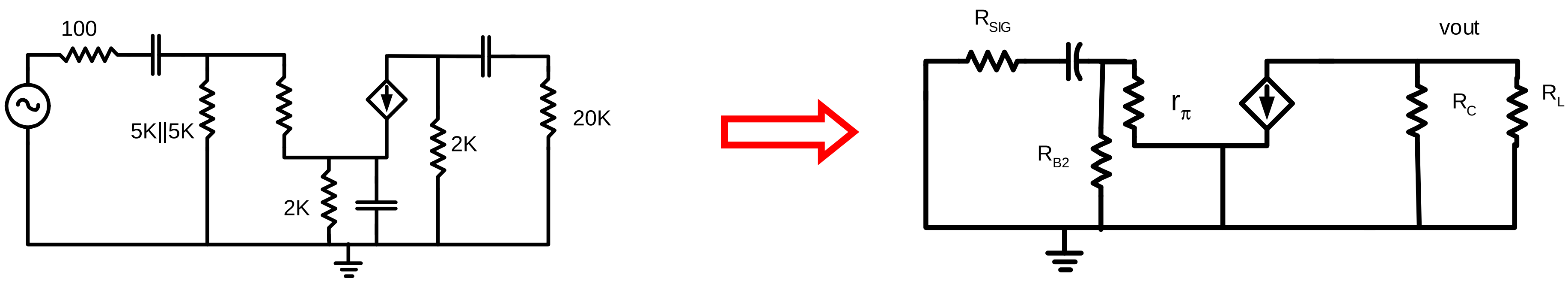
- Analyser la fréquence de coupure dûe aux condensateurs dans un amplificateur
- Méthode par constante de temps court-circuit.
- On va analyser l’effet des 3 condensateurs





Basse fréquence: CI

- Considerons le condensateur à l'entrée
    - Les autres C sont court-circuités
    - v_{in} est court-circuité



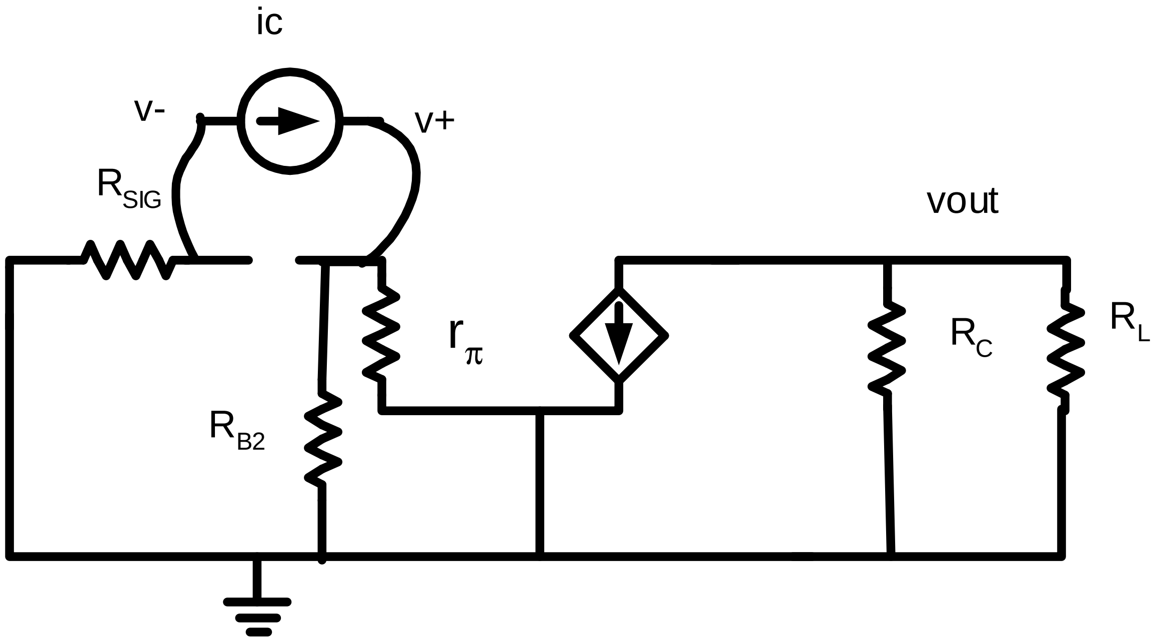
- Trouvez R_{EQ} et son ω_{-3dB} (seul)
    - Remplacez C par une source de courant

$$R_{EQ} = \frac{V_+ - V_-}{I}$$

Basse fréquence: CI

- On peut écrire les équations aux noeuds de la source:

$$v_- = -i_c R_S \qquad\qquad v_+ = i_c(r_\pi \parallel R_B)$$



Basse frequence: CI

- Pour trouver R_{EQ}, on divise V par I
- La tension est:

$$v_+ - v_- = i_c(r_\pi \parallel R_B) + i_c R_S$$

- R_{EQ} est:

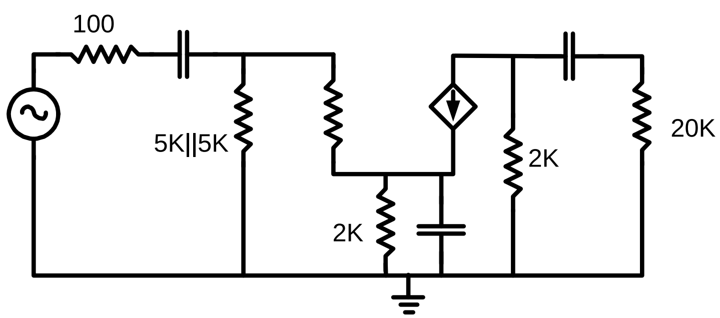
$$R_{EQ\_CI} = \frac{v_+ - v_-}{i_c} = (r_\pi \parallel R_B) + R_S$$

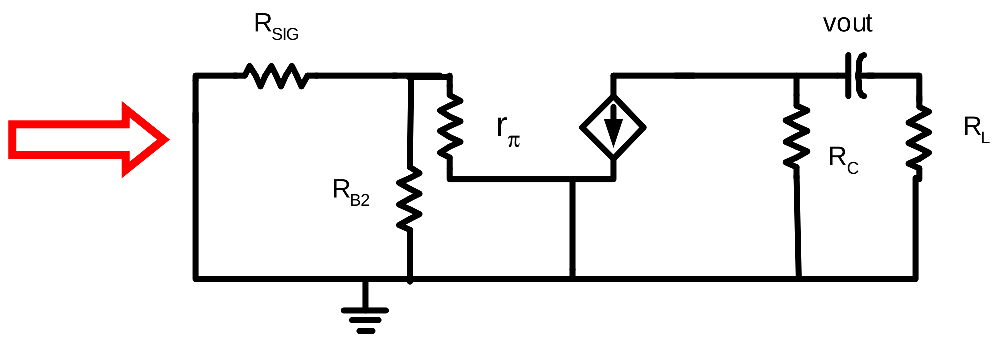
- La fréquence de coupure est:

$$\omega_{-3dB\_CI} = \frac{1}{C_I R_{EQ\_CI}} = \frac{1}{C_I\left[(r_\pi \parallel R_B) + R_S\right]}$$

Basse frequence: CO

- Considérons le condensateur à la sortie
  - Les autres C sont court-circuités
  - v_{in} est court-circuité





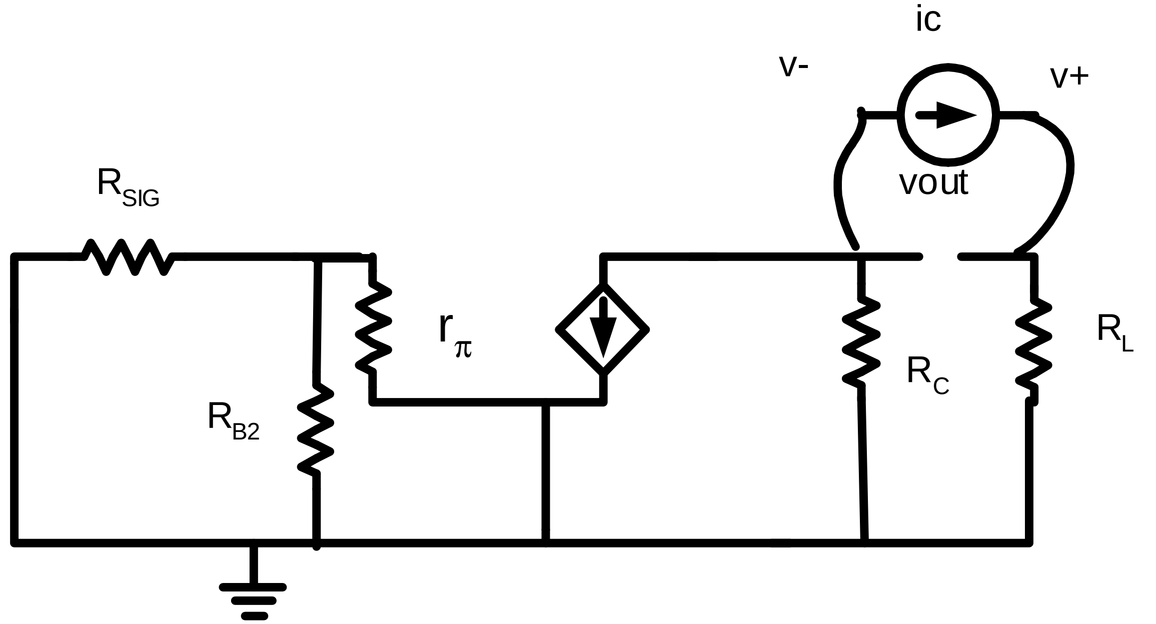
- Trouvez R_{EQ} et son ω_{-3dB} (seul)
  - Remplacez C par une source de courant

$$R_{EQ} = \frac{V_+ - V_-}{I}$$

Basse fréquence: CO

- On écrit les équations aux noeuds:

$$v_{-} = -i_c R_C \qquad v_{+} = i_c R_L$$



Basse fréquence: CO

- Pour trouver R_{EQ}, on divise V par I
- La tension est:

$$v_+ - v_- = i_c R_L + i_c R_C$$

- R_{EQ} est:

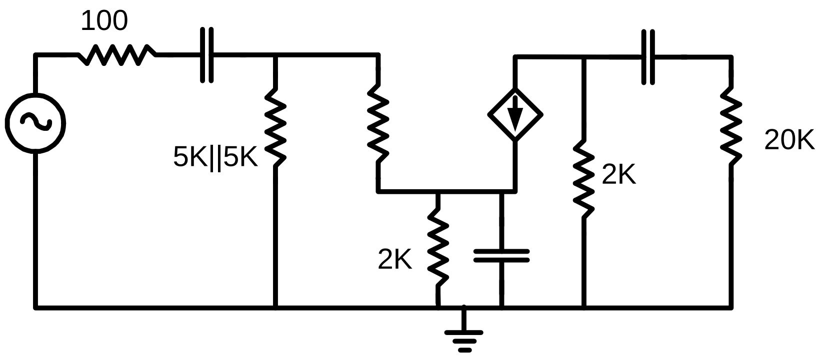
$$R_{EQ\_CO} = \frac{v_+ - v_-}{i_c} = \left(R_L + R_C\right)$$

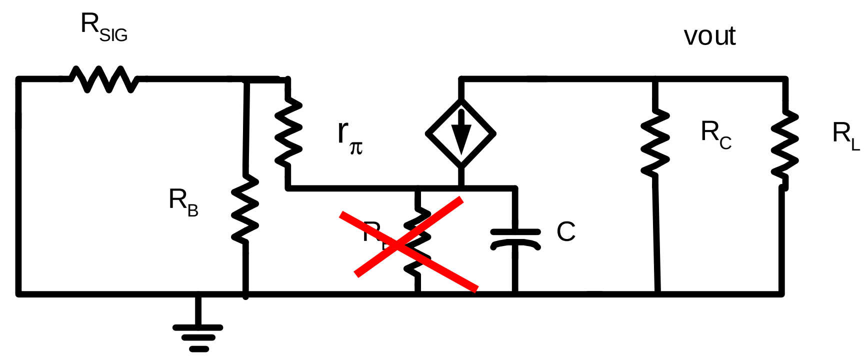
- La fréquence de coupure est:

$$\omega_{-3dB\_CO} = \frac{1}{C_O R_{EQ}} = \frac{1}{C_O\left[R_L + R_C\right]}$$

Basse fréquence: CE

- Considérons le condensateur à l'émetteur:
  - On court-circuite les autres C
  - On met v_{in} a 0





- Trouvez R_{EQ} et son ω_{-3dB} (seul)
  - Remplacez C par une source de courant

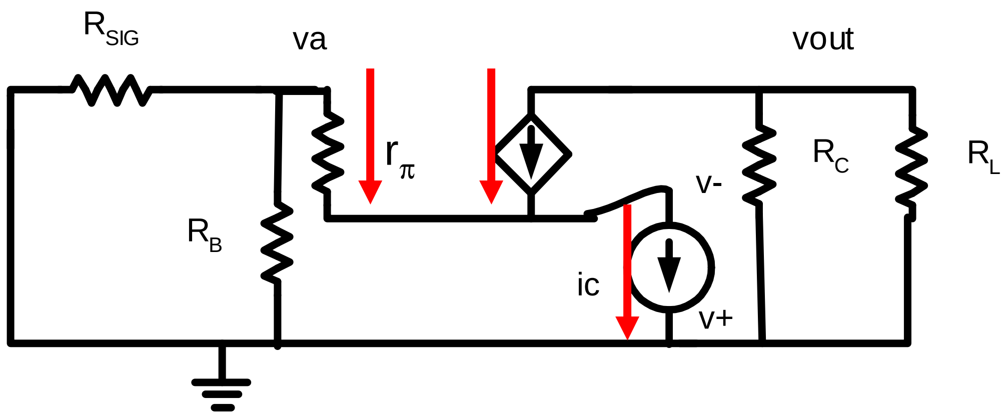
$$R_{EQ} = \frac{V_+ - V_-}{I}$$

On neglige R_E… on justifiera ça plus tard…

Basse fréquence : CE

- Le source dépendante $g_m v_{be}$ est active cette fois-ci
- On commence avec une équation à v_-

$$\frac{v_a - v_-}{r_\pi} + (v_a - v_-) g_m = i_c$$

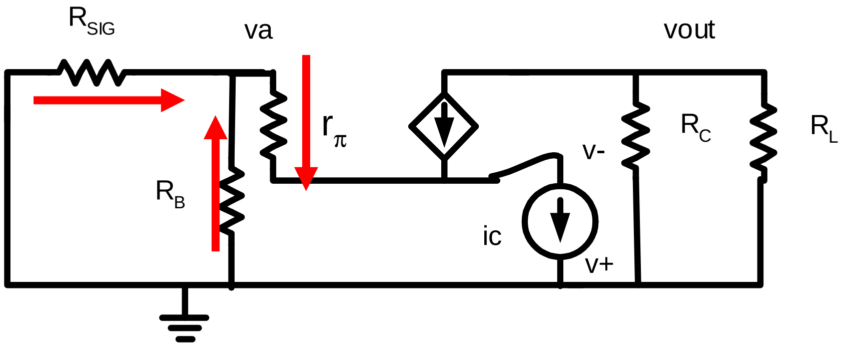


C'est quoi v_a? Il faut une autre équation….

Basse fréquence: CE

- Équation au noeud de la base:

$$-\frac{v_a}{(R_S \parallel R_B)} = \frac{v_a - v_-}{r_\pi}$$



- On isole v_a:

$$v_a = \frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)}$$

On va maintenant substituer ça dans l'autre equation…

Basse fréquence : CE

- L'équation de départ ressemblait à ça:

$$\frac{v_a - v_-}{r_\pi} + (v_a - v_-)g_m = i_c$$

- Or, on a trouvé ceci:

$$v_a = \frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)}$$

- La substution donne…

$$\frac{\frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)} - v_-}{r_\pi} + \left(\frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} - v_-\right)g_m = i_c$$

Maintenant, il faut manipuler…

Basse fréquence : CE

- On met v_- sur même dénominateur:

$$\frac{\frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)} - \frac{v_-(r_\pi + (R_S \parallel R_B))}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)}}{r_\pi} + \left(\frac{v_-(R_S \parallel R_B)}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} - \frac{v_-((R_S \parallel R_B) + r_\pi)}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} \right) g_m = i_c$$

- La soustraction élimine les $R_S||R_B$:

$$\frac{-\frac{v_- r_\pi}{r_\pi + (R_S \parallel R_B)}}{r_\pi} - \frac{(v_- r_\pi) g_m}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} = i_c$$

- On élimine r_π à gauche:

$$-\frac{v_-}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} - \frac{v_- r_\pi g_m}{(R_S \parallel R_B) + r_\pi} = i_c$$

Basse fréquence : CE

- Avec $\beta = g_m r_\pi$:

$$-\frac{v_-}{(R_S \parallel R_B)+r_\pi}-\frac{v_-\beta}{(R_S \parallel R_B)+r_\pi}=i_c$$

- On factorise $-v_-$

$$-v_-\left[\frac{1}{(R_S \parallel R_B)+r_\pi}+\frac{\beta}{(R_S \parallel R_B)+r_\pi}\right]=i_c$$

- On isole v_-:

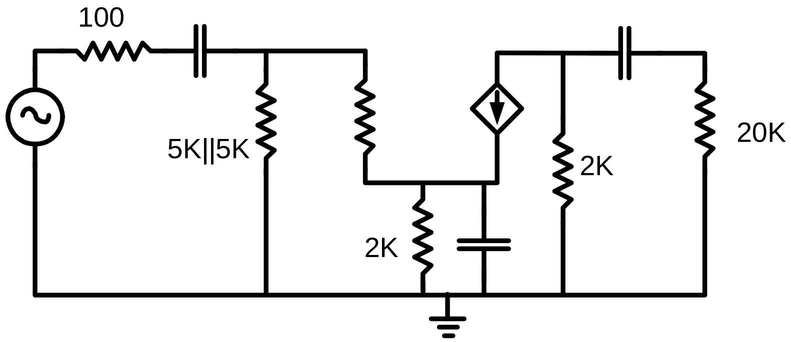
$$v_- = -i_c\left(\frac{(R_S \parallel R_B)+r_\pi}{(1+\beta)}\right)$$

Basse fréquence : CE

- On trouve R_{EQ_CE}:

$$R_{EQ\_CE} = \frac{v_+ - v_-}{i_c} = \left(\frac{(R_S \| R_B) + r_\pi}{(1+\beta)} \right) = \frac{(R_S \| R_B)}{(1+\beta)} + r_e$$

- Justification pour avoir négligé R_E:
  - R_{EQ} est la combinaison parallèle de R_E et du reste
  - On voit que “le reste” est très petit
  - “Très petit” et “très gros” en parallèle = “très petit”



Donc, on peut negliger R_E…

Basse fréquence : CE

- Avec ce R_{EQ_CE}:

$$R_{EQ\_CE} = \frac{v_+ - v_-}{i_c} = \left(\frac{(R_S \parallel R_B) + r_\pi}{(1+\beta)} \right) = \frac{(R_S \parallel R_B)}{(1+\beta)} + r_e$$

- On peut calculer ω_{-3dB}:

$$\omega_{-3dB\_CE} = \frac{1}{C_E R_{EQ\_CE}} = \frac{1}{C_E \left[\frac{(R_S \parallel R_B)}{(1+\beta)} + r_e \right]}$$

On a donc les 3 contributions…

Basse fréquence : Total

- Avec les 3 contributions, on trouve le ω_{-3dB} total du circuit:

$$\omega_{-3dB} = \omega_{-3dB\_CI} + \omega_{-3dB\_CE} + \omega_{-3dB\_CO}$$

- En substituant par les valeurs trouvées:

$$\omega_{-3dB} = \frac{1}{C_I\left[(r_\pi \parallel R_B) + R_S\right]} + \frac{1}{C_E\left[\frac{(R_S \parallel R_B)}{(1+\beta)} + r_e\right]} + \frac{1}{C_O\left[R_L + R_C\right]}$$

Et ca c'est la réponse…

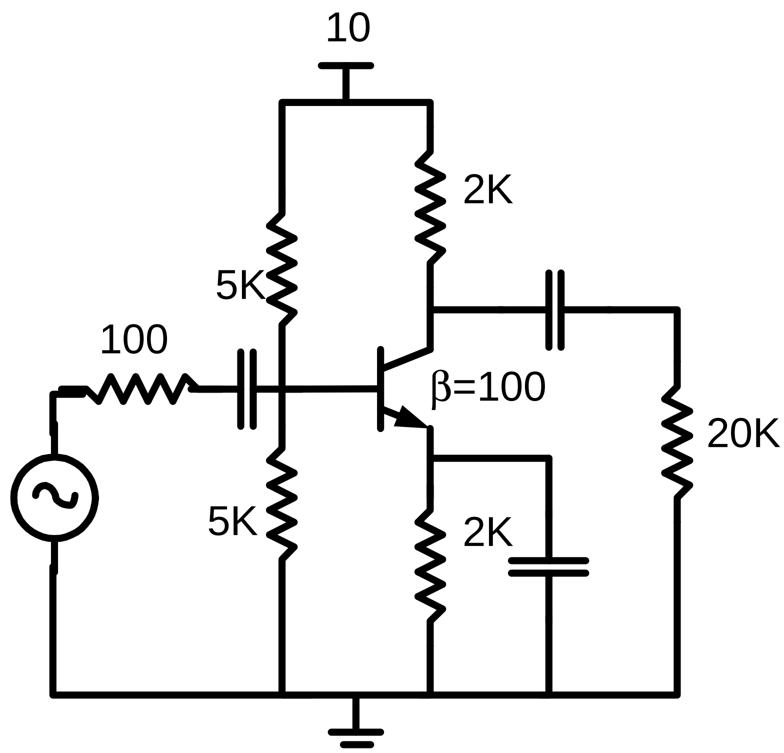
Basse fréquence : Total

- On utilise ces calculs pour determiner C
- On veut C le plus faible possible
  - Gros C → Gros espace et plus cher
  - Gros C → Grosse charge à commander
- Mais, il faut que les signaux AC passent.
- Une règle possible:
  - 80% du ω total va à l'émetteur, 10% entrée et 10% sortie:

Si C_E n'est pas présent, on divise 50% à l'entrée et 50% à la sortie

Exemple (seul)

- Trouvez les valeurs nécessaires pour que l'amplificateur laisse passer 300Hz.
- Règles à utiliser ici:
  - f_{c_in}=30Hz
  - f_{c_out}=30Hz
  - f_{c_e}=240Hz
- Calculez la valeur des C.



Exemple (seul)

- On commence avec l'analyse DC.
  - Courant au noeud de la base:

$$\frac{VDD - V_B}{R_{B1}} = I_B + \frac{V_B}{R_{B2}}$$

  - On connait les 3 équations suivantes:

$$V_B = V_E + 0.7 \qquad I_E = \frac{V_E}{R_E} \qquad I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

  - On substitue pour obtenir une équation en termes de V_E

$$\frac{VDD - (V_E + 0.7)}{R_{B1}} = \frac{V_E}{R_E}\left(\frac{1}{\beta + 1}\right) + \frac{V_E + 0.7}{R_{B2}}$$

Exemple (seul)

- On isole V_E:

$$\frac{\left(\frac{VDD-0.7}{R_{B1}}-\frac{0.7}{R_{B2}}\right)}{\left[\frac{1}{R_E}\left(\frac{1}{\beta+1}\right)+\frac{1}{R_{B2}}+\frac{1}{R_{B1}}\right]}=V_E$$

- En substituant par les valeurs:

$$V_E = 4.247 \qquad I_E = \frac{4.247}{2K} = 2.12mA$$

- Et on obtient I_C par l'équation des β:

$$I_C = 2.12mA\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right) = 2.1mA$$

Exemple (seul)

- On verifie la région d'opération avec V_C:

$$V_C = VDD - I_C R_C = 5.8V$$

$V_{CE} > V_{CESAT}$

- On peut trouver les paramètres petit-signal:

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{2.1mA}{25mV} = 0.084$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{100}{0.084} = 1190$$

$$r_e = \frac{r_\pi}{\beta + 1} = \frac{1190}{101} = 11.8$$

Exemple (seul)

- Le problème veut laisser passer 300Hz:

$$f = 300 \qquad \omega = 2\pi 300$$

- Condensateur à l'entrée et à la sortie:

$$\omega = 2\pi 30$$

- On trouve les valeurs:

$$\frac{1}{188.5\left[\left(r_\pi \parallel R_B\right) + R_{SIG}\right]} = C = 5.8\mu F \qquad \frac{1}{\left(R_L + R_C\right)188.5} = C = 0.24\mu F$$

Exemple (seul)

- Pour condensateur à l'émetteur:

$$\omega = 2\pi 240$$

- On trouve la valeur de C_E:

$$\frac{1}{1508\left[\frac{(R_S \parallel R_B)}{(1+\beta)} + r_e\right]} = C = 51.6\mu F$$

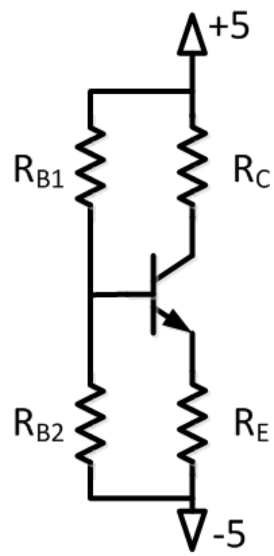
Conception d’un amplificateur

- L’analyse de circuit est une portion qui s’enseigne et qui s’évalue bien
- La conception est un peu plus difficile:
  - Trop d’options, pas assez d’expérience
  - Demande parfois de l’imagination
  - Est parfois comme un casse-tête où l’approche est « fais-le! ».

Il faut commencer dans un environnement bien balisé

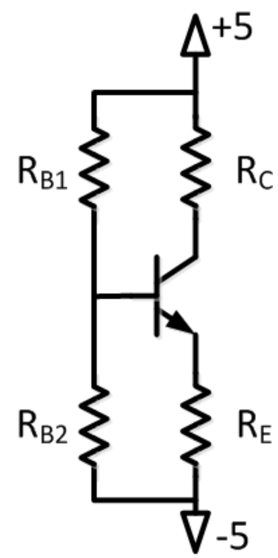
Conception d’un amplificateur

- Le plus simple c’est l’émetteur commun sans bypass à l’émetteur
  - Gain faible mais bien contrôlé
  - Entrée à la base
  - Sortie au collecteur



Conception d'un amplificateur

- Contrainte:
  - Le gain devrait être de 5
- Comment choisir la valeur des composantes?



Conception d’un amplificateur

- Normalement, on veut que la sortie soit au milieu des 2 extrémités: entre +5 et -5
    - Donc, on veut V_C à 0
- On se donne un point de départ:
    - Je **veux** I_C=10mA
    - C’est le courant qui donne le plus gros β
    - Un bon point de départ (à choisir si on n’a rien d’autre)
- Donc, R_C devra donc être 500Ω.

Conception d'un amplificateur

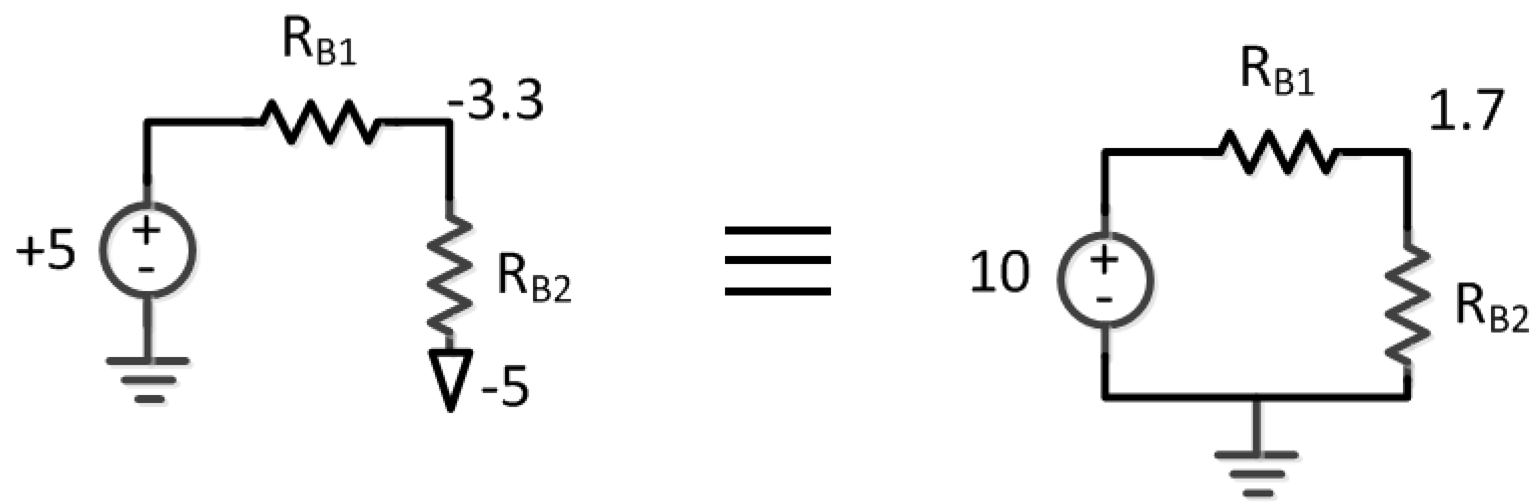
- Le gain de cette configuration est donnée par:

$$Gain = -\frac{R_C}{R_E}$$

- Donc, avec R_C de 500, R_E devrait être 100.
- Avec R_E=100 et I_E autour de 10mA, V_E=-4
  - Donc, V_B=-3.3

Conception d'un amplificateur

- Si on considère que R_{B1} et R_{B2} forment un diviseur de tension:



- On peut trouver R_{B1} et R_{B2}…

Conception d’un amplificateur

- Sachant que le diviseur de tension est:

$$1.7 = 10\frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

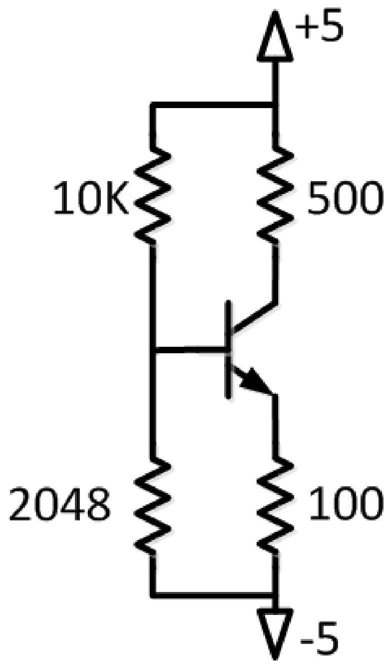
- On manipule pour isoler R_{B2}:

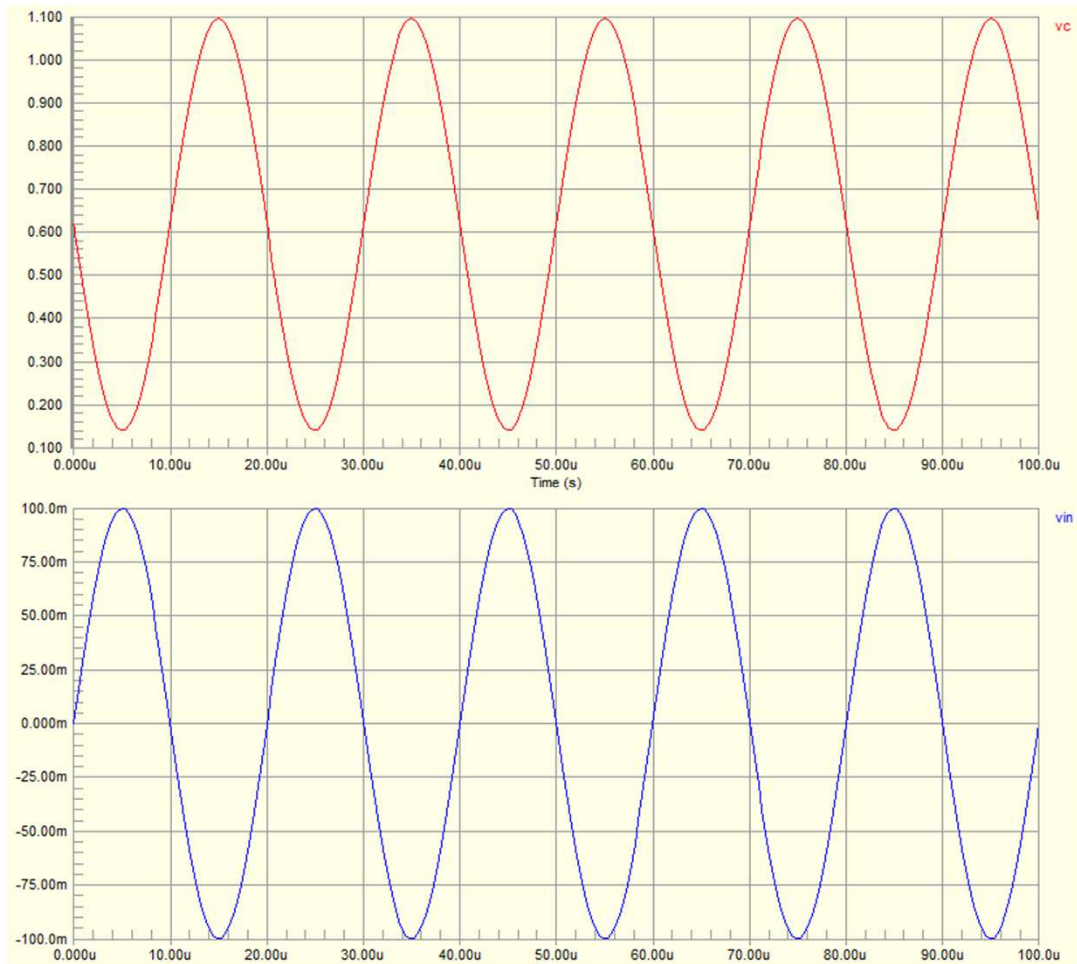
$$\frac{1.7}{8.3}R_{B1} = R_{B2}$$

- On choisit R_{B1}=10K
  - Bon point de départ si on n’a rien d’autre

$$R_{B1} = 10000 \qquad R_{B2} = 2048$$

Conception d’un amplificateur





Conception d'un amplificateur