

IÉTI

Ingénierie électronique pour
le Traitement de l'Information

'S CORP

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech



LEnSE

Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr/>

Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

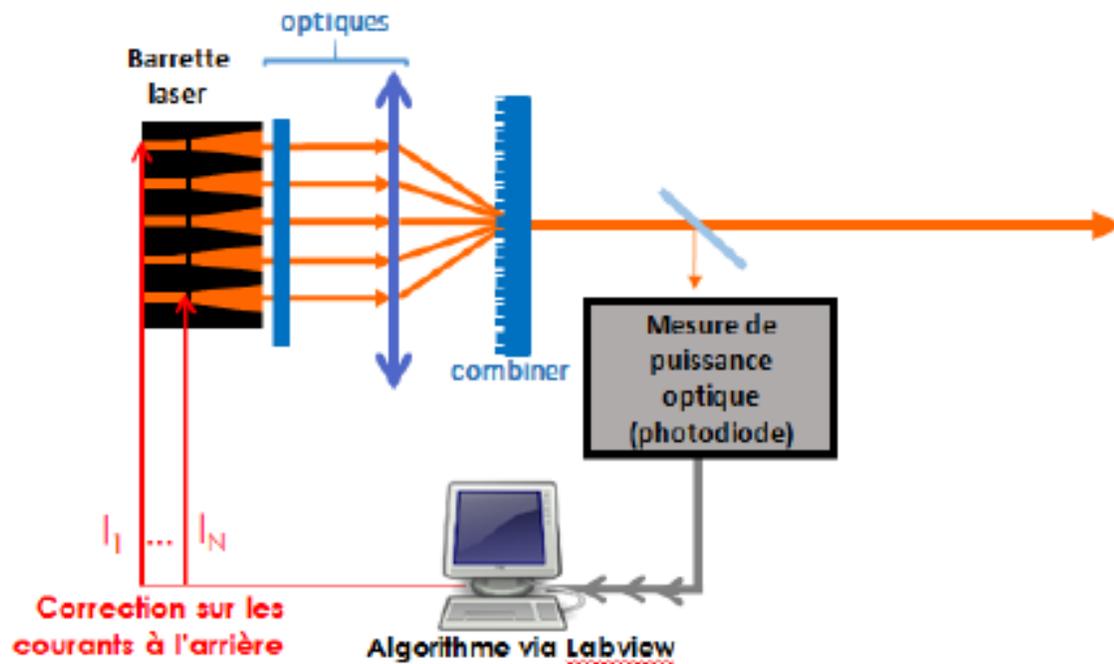
ASSERVIR / PILOTER / GENERER

QUELQUES EXEMPLES



<http://lense.institutoptique.fr/>

Systemes réels



Combinaison cohérente de diodes laser de puissance
Guillaume Schimmel – Gaele Lucas-Leclin / LCF



Industrie 4.0 / IoT

Blog.agilea.fr

Navya Arma / Véhicule électrique autonome



La bonne cuisson du brocoli...



Cuisineaz.com

ENJEU SOCIÉTAL MAJEUR

IETI / ELECTRONIQUE S6 ASSERVIR / PILOTER / GENERER

Le pain grillé !



Lemasdeclunis.fr

MathWorks® Produits Solutions Le monde académique Support Communauté Événements

OBTENIR MATLAB

Vidéos et webinars

Rechercher des vidéos

Vidéos Recherche

Contactez-nous Version d'essai

Related Products

[Control System Toolbox](#)
[Request Trial](#) | [Get Pricing](#) | [Contact Sales](#)

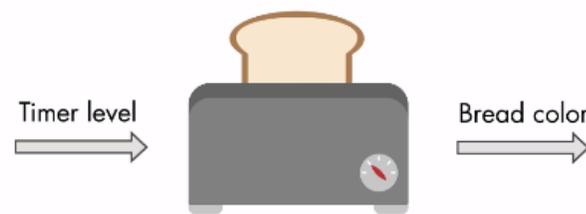
Next in Series

  [Part 2: Feedback Control Systems](#) 5:57

Related Videos and Webinars

 [Using Bode Plots, Part 1: Closed-Loop Systems](#) 6:11

 [Using Bode Plots, Part 2: Open Loop Shaping](#) 4:34



OPEN-LOOP SYSTEM

Feedback

Understanding Control Systems, Part 1: Open-Loop Control Systems

From the series: [Understanding Control Systems](#)

Melda Ulusoy, MathWorks

Le pain grillé : protocole de cuisson



Lemasdeclunis.fr



Le pain grillé : protocole de cuisson



Lemasdeclunis.fr



Le pain grillé : protocole de cuisson



Lemasdeclunis.fr



Le pain grillé : protocole de cuisson



Lemasdeclunis.fr



Pain = f(épaisseur, forme...)

Puissance = cte

Temps = à faire varier

Le pain grillé : protocole de cuisson



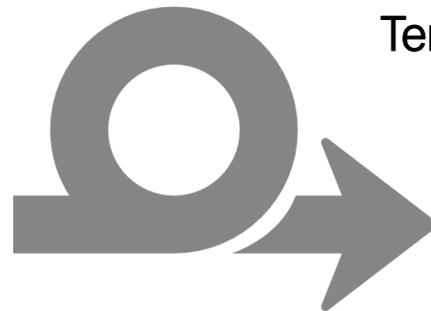
Lemasdeclunis.fr



Pain = f(épaisseur, forme...)

Puissance = cte

Temps = à faire varier



Temps OK

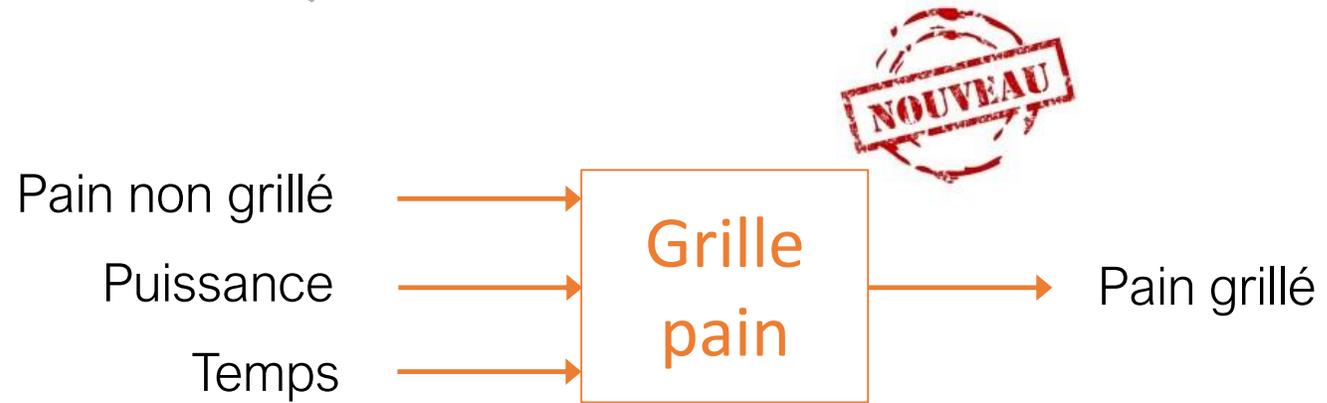


Topsante.com

Le pain grillé : perturbations...



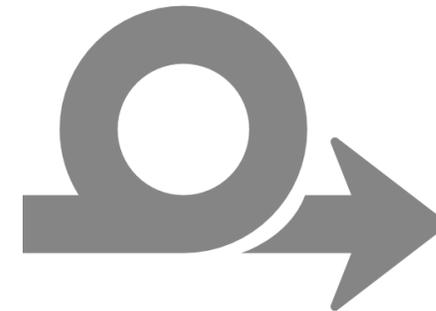
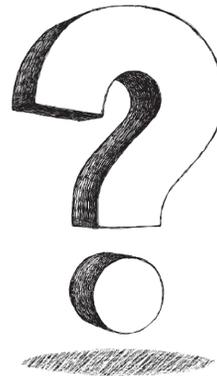
Lemasdeclunis.fr



Pain → Brioche

Puissance *différente*

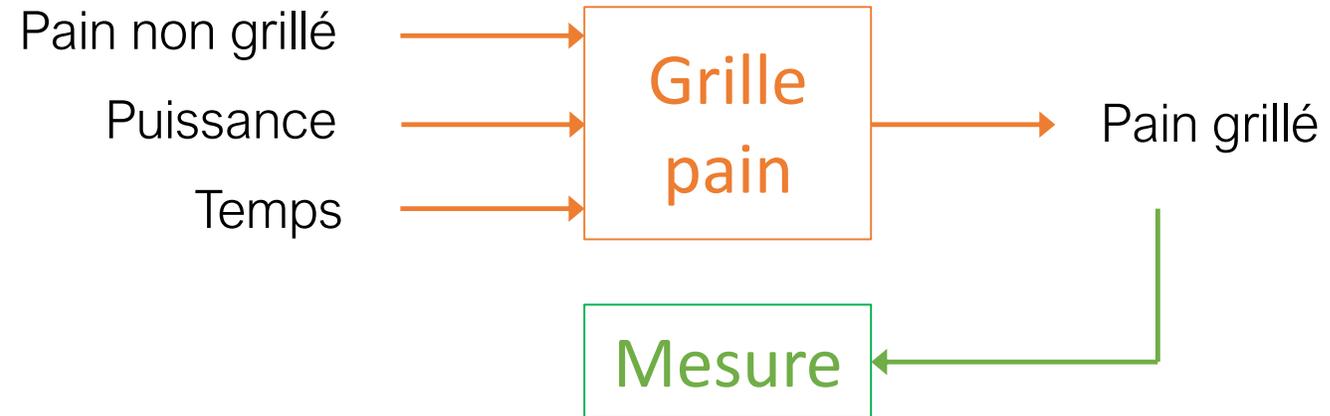
Temps ??



Le pain grillé : boucle de retour



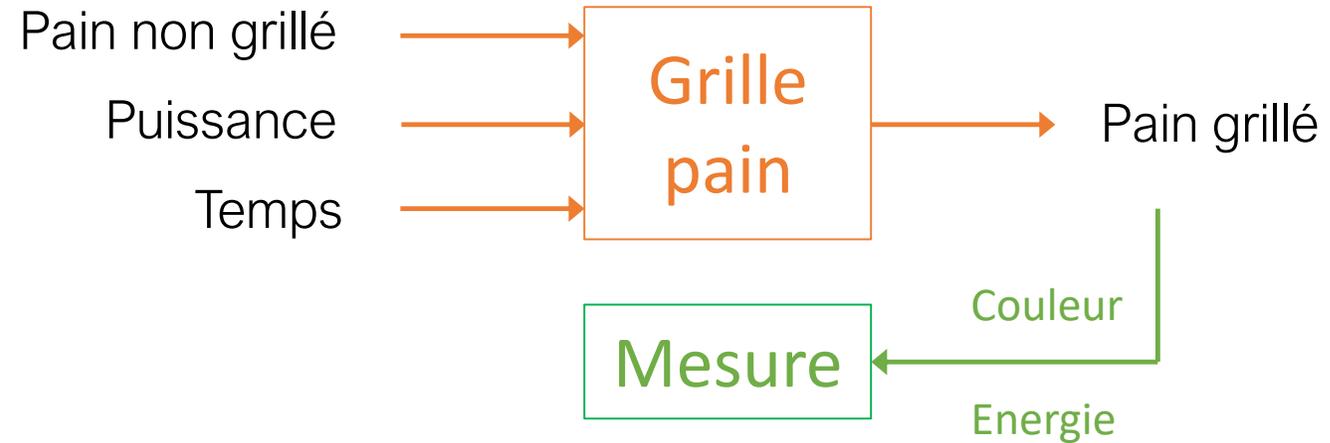
Lemasdeclunis.fr



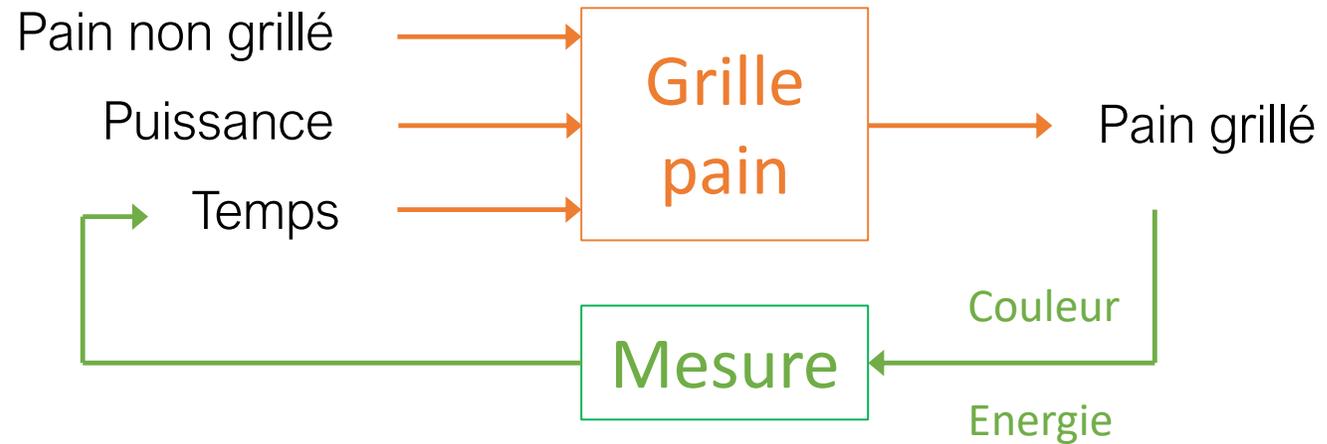
Le pain grillé : boucle de retour



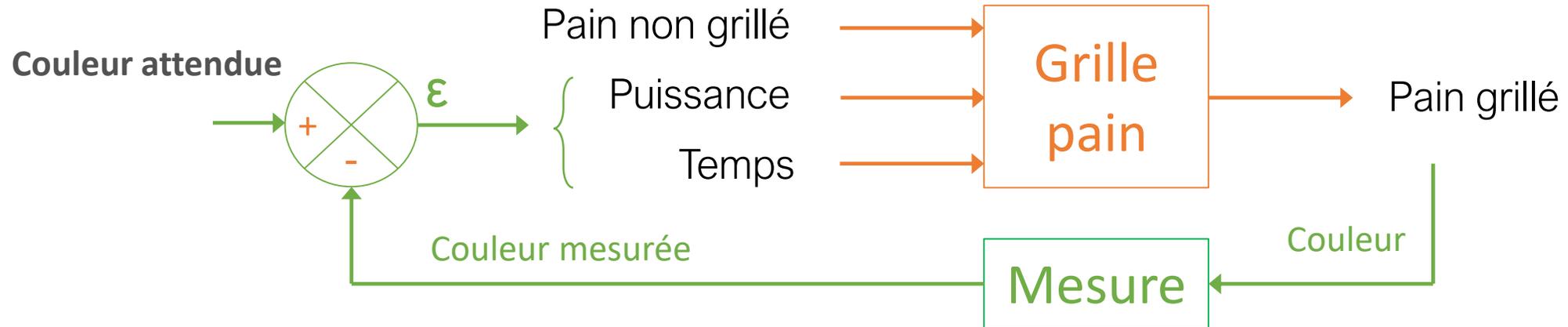
Lemasdeclunis.fr



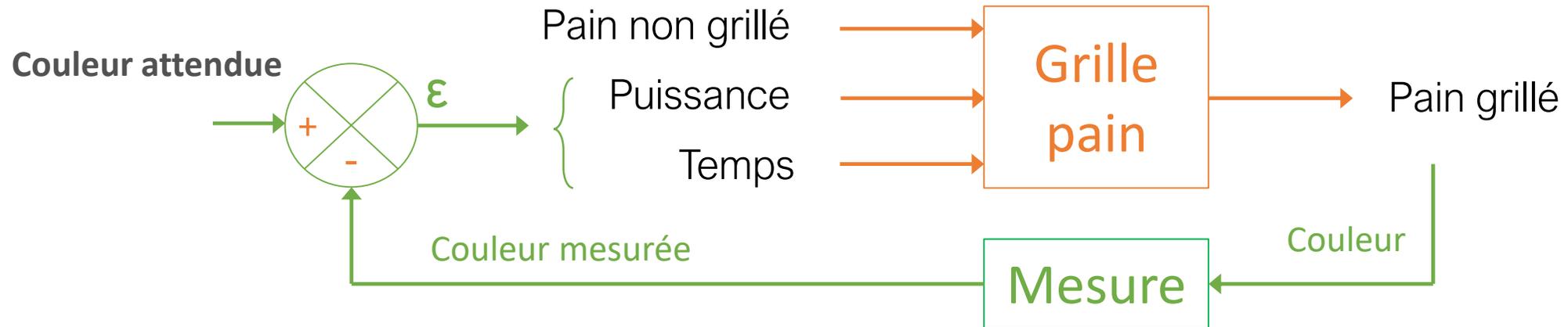
Le pain grillé : boucle de rétro-action



Le pain grillé : asservissement



Le pain grillé : asservissement



SYSTEME ASSERVI

Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

*CAS DE L'AMPLIFICATEUR LINEAIRE
REBOUCLE*

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech



LEnSE

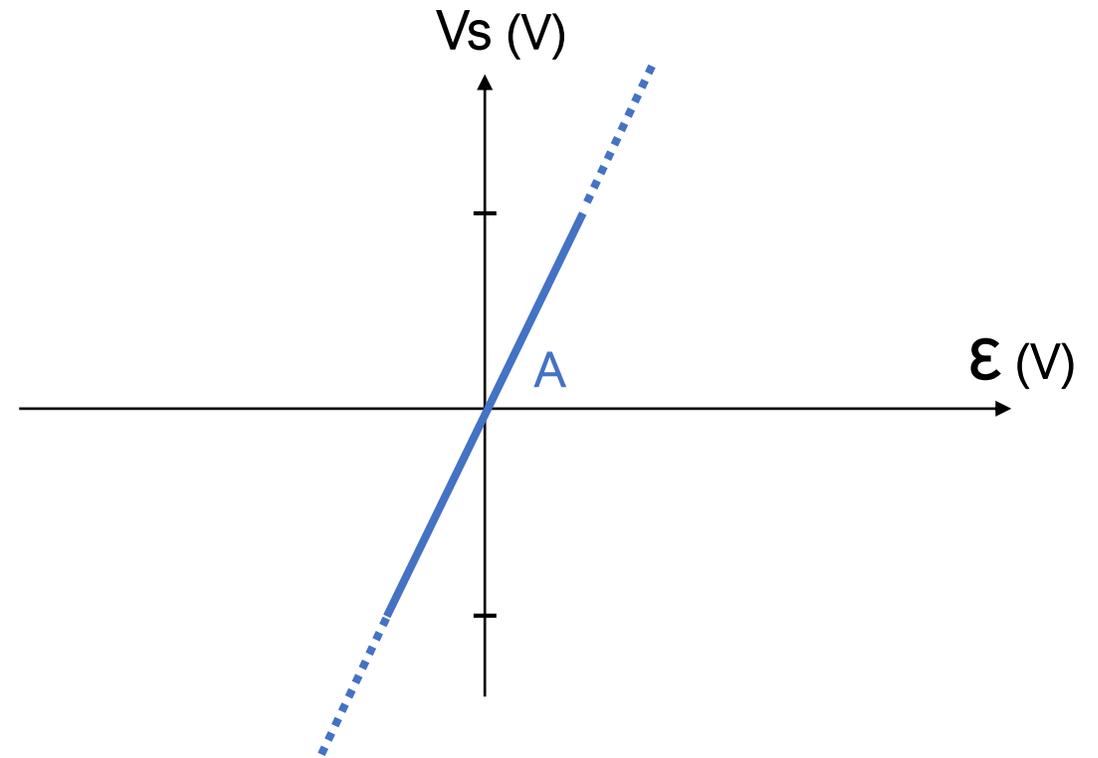
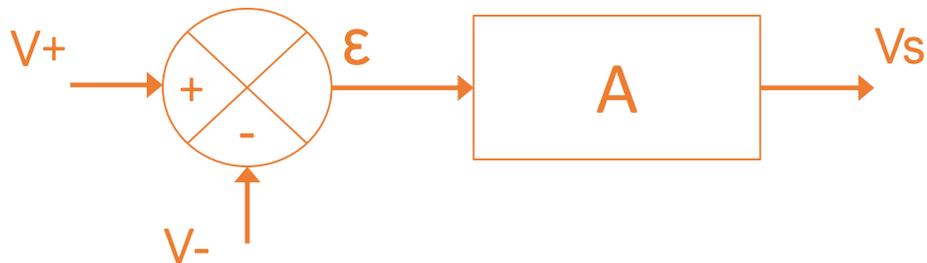
Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr/>

AOP / Régime non linéaire

$$V_s = A \cdot (V_+ - V_-) = A \cdot \varepsilon$$

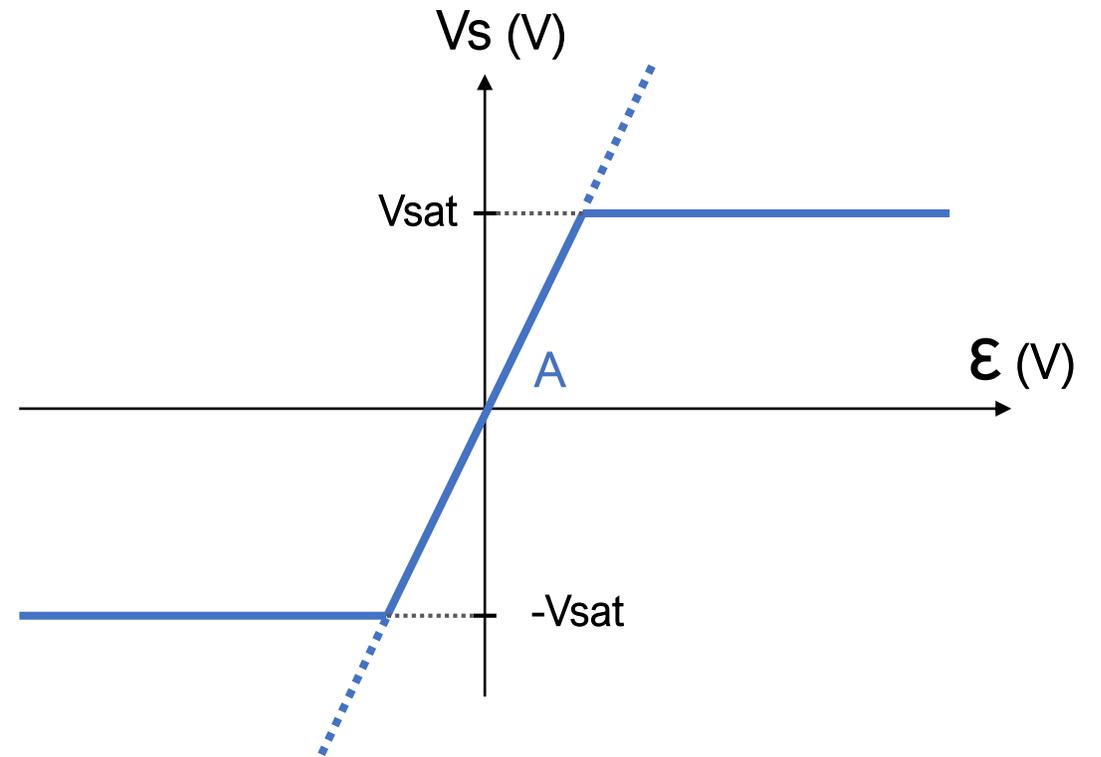
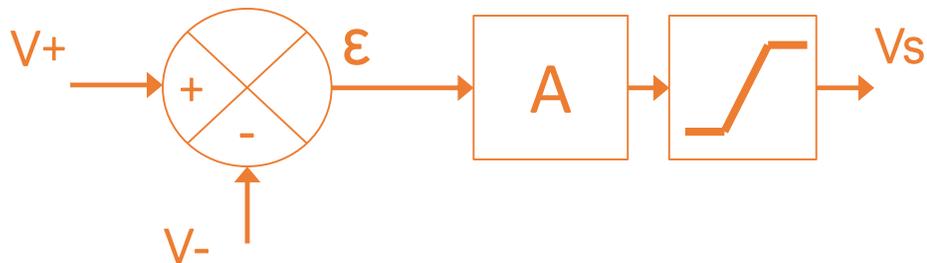
avec $A > 10^5$



AOP / Régime non linéaire

$$V_s = A \cdot (V_+ - V_-) = A \cdot \varepsilon$$

avec $A > 10^5$

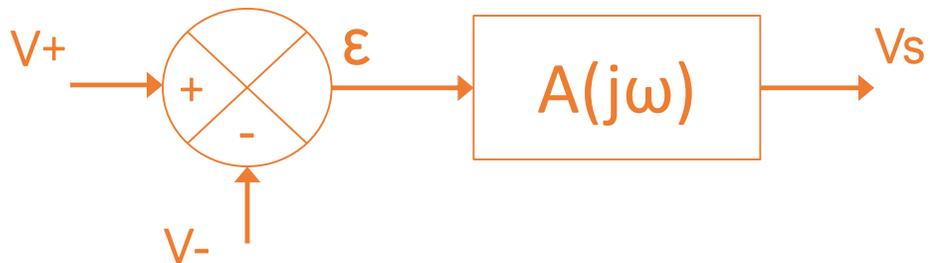


AOP / Régime non linéaire

$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_+ - V_-)$$

avec $A_{MAX} > 10^5$

$$GBW = A_{MAX} \cdot \omega_c = \text{cte}$$



$$A_{MAX} = 10^5 / GBW = 1 \text{ MHz}$$

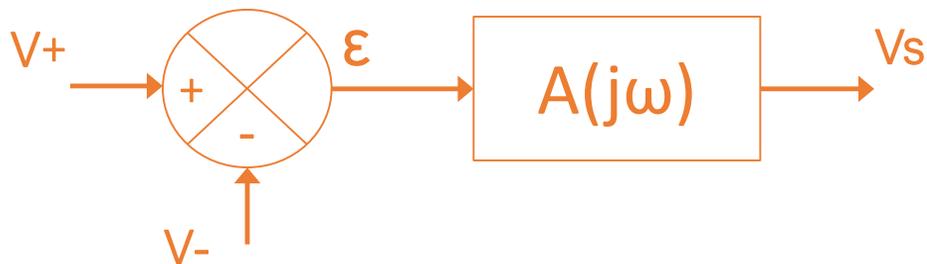
AOP / Régime non linéaire

$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_+ - V_-)$$

avec $A_{MAX} > 10^5$

$GBW = A_{MAX} \cdot \omega C = cte$

$$A(j\omega) = \frac{A_{MAX}}{1 + j \cdot \omega / \omega C}$$



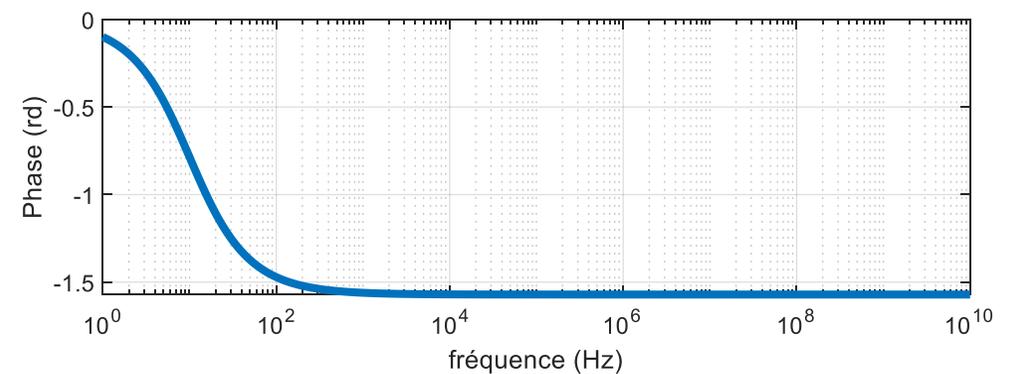
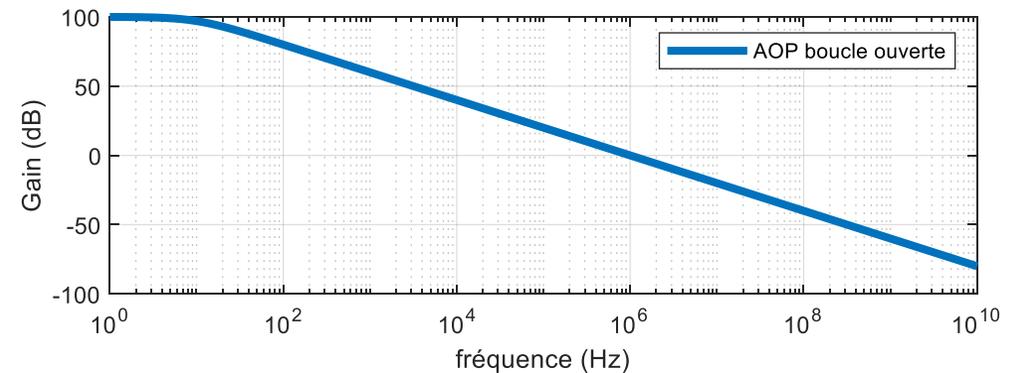
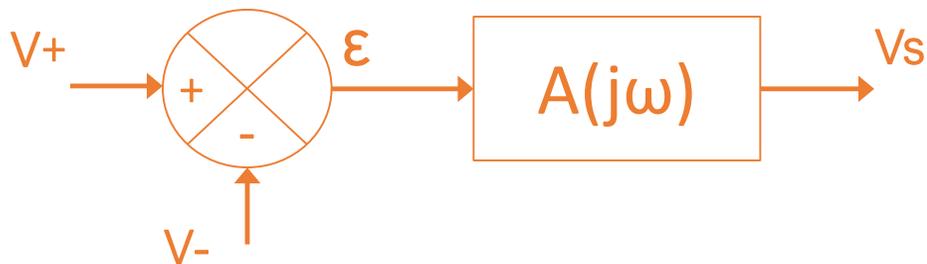
$$A_{MAX} = 10^5 / GBW = 1 \text{ MHz}$$

AOP / Régime non linéaire

$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_+ - V_-)$$

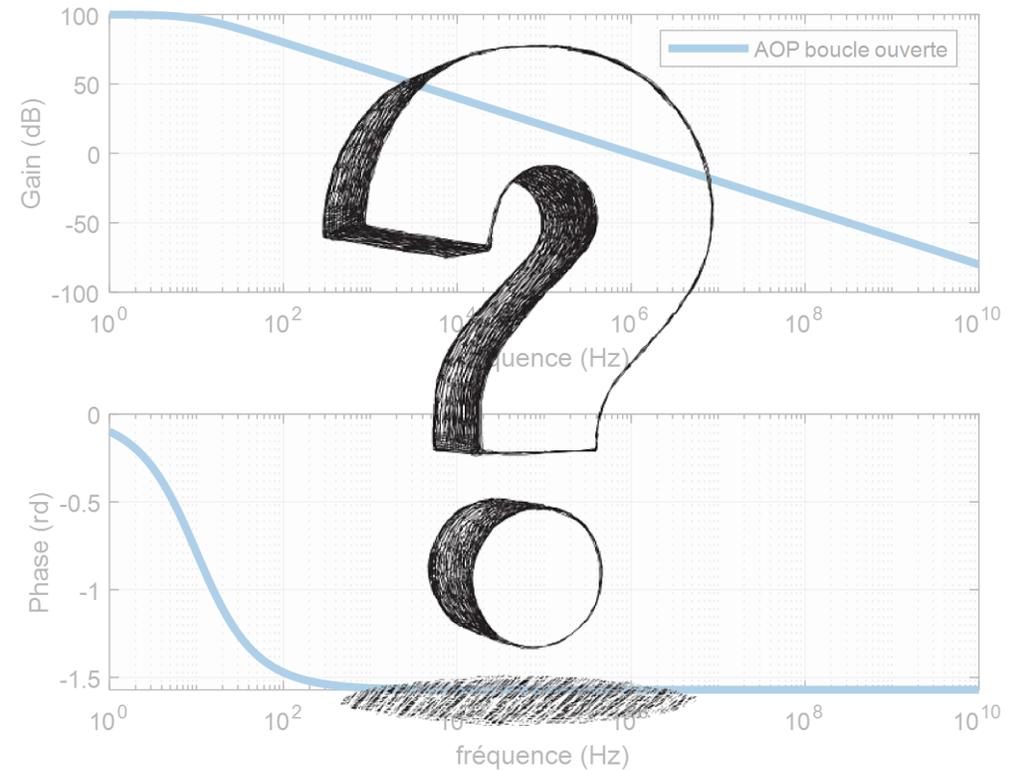
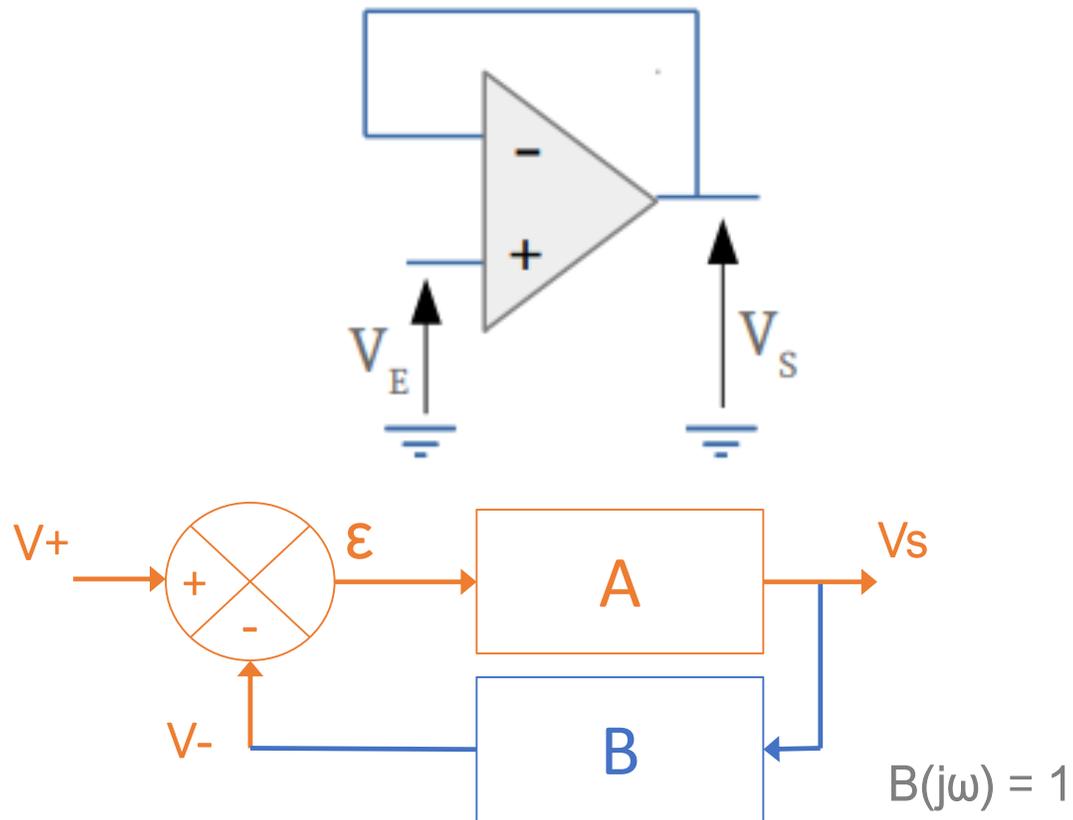
avec $A_{MAX} > 10^5$

GBW = cte

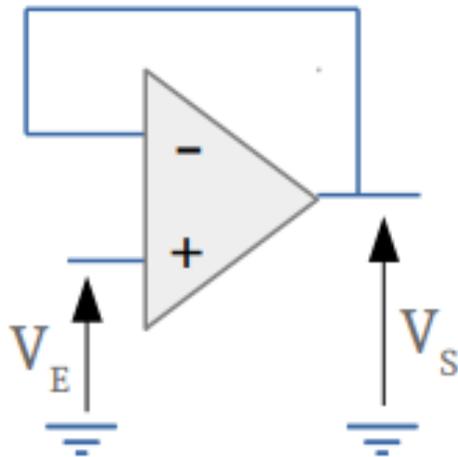


$$A_{MAX} = 10^5 / \text{GBW} = 1 \text{ MHz}$$

AOP / Régime linéaire - Suiveur

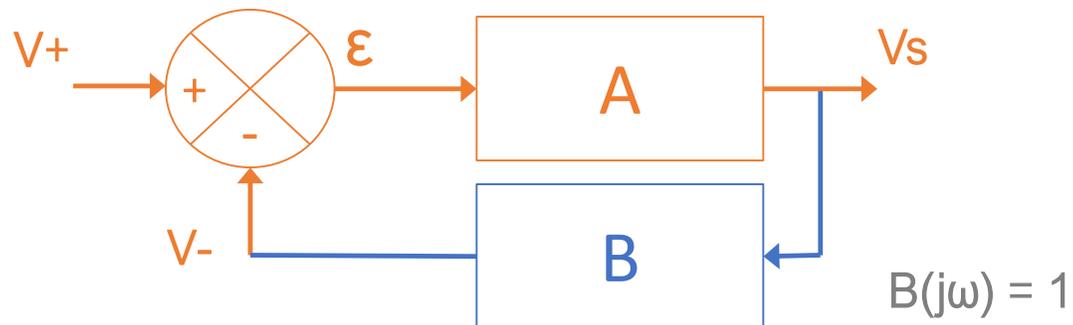


AOP / Régime linéaire - Suiveur



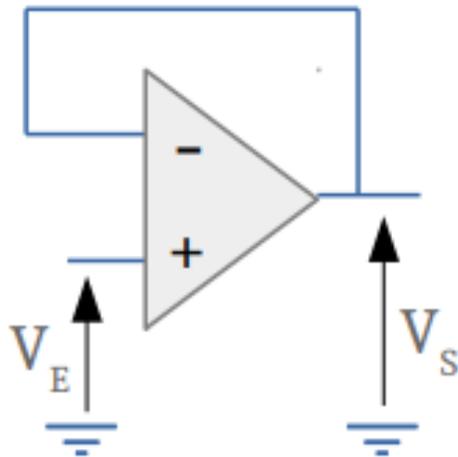
$$V_s = A \cdot (V_e - B \cdot V_s)$$

$$V_s/V_e = \frac{A}{1 + A \cdot B}$$



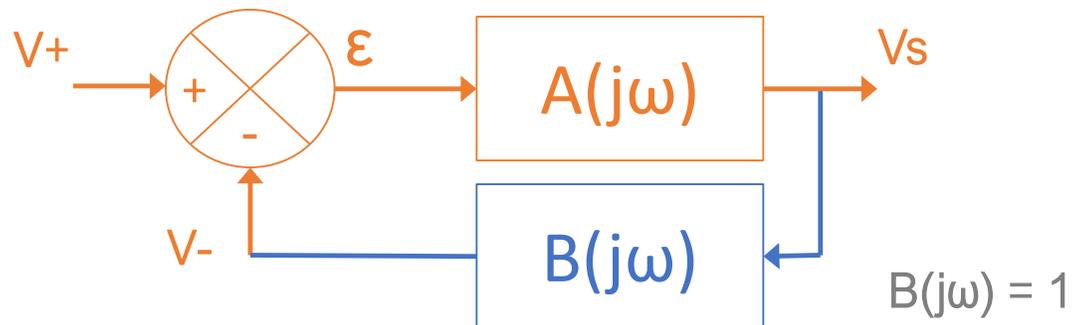
$$V_s/V_e = \frac{A}{1 + A} \longrightarrow 1$$

AOP / Régime linéaire - Suiveur

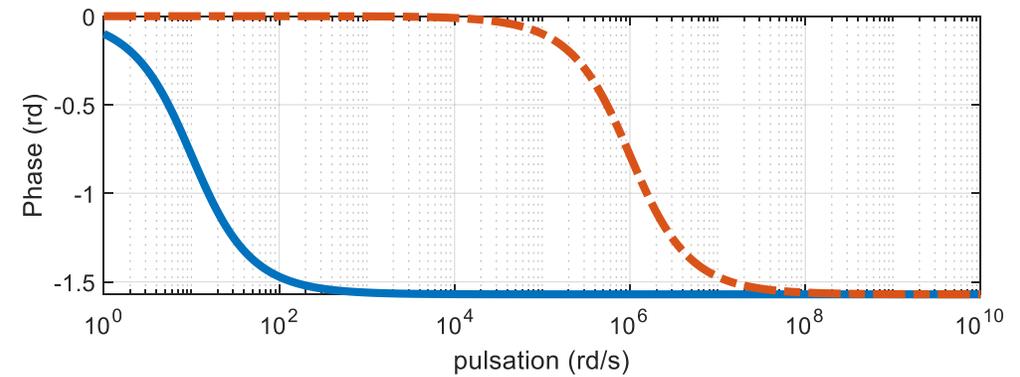
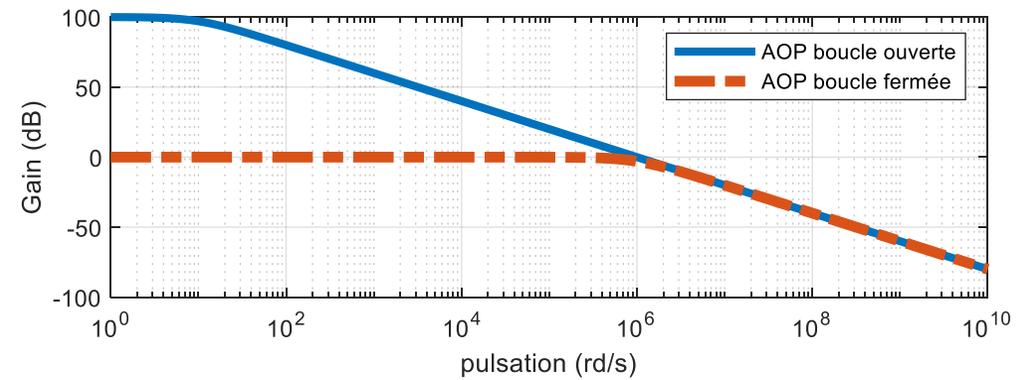
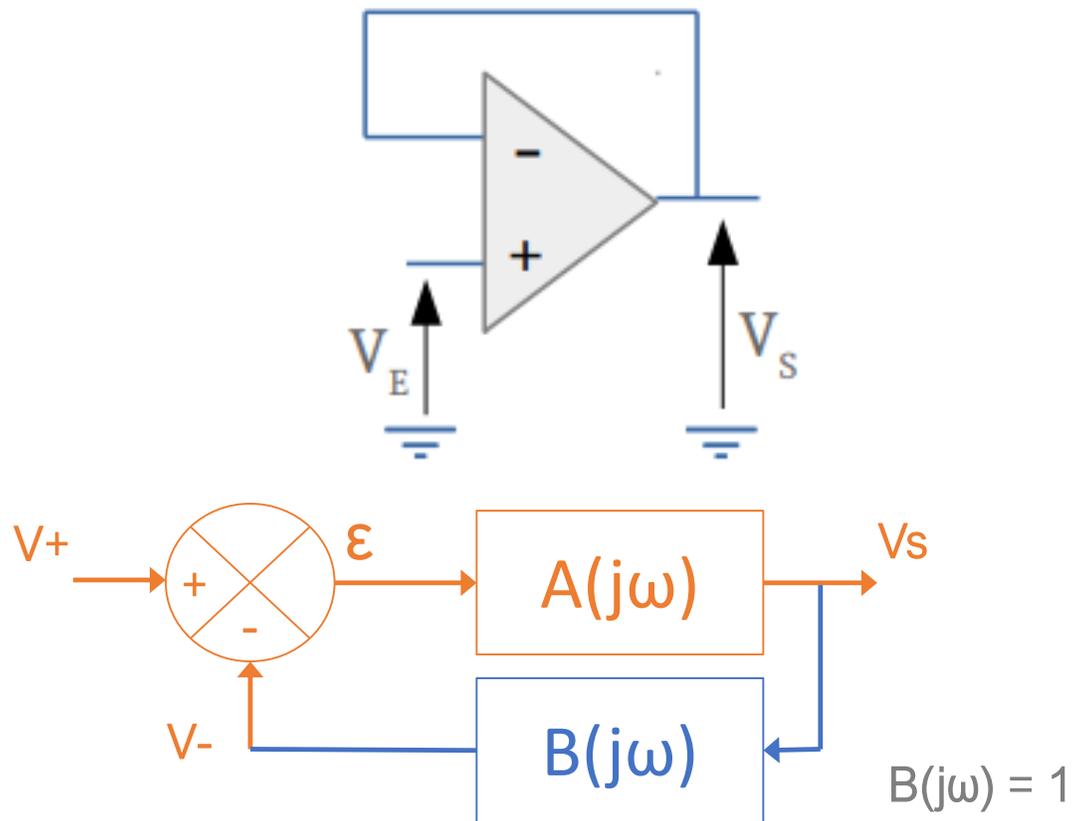


$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_e - B(j\omega) V_s)$$

$$V_s/V_e = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$

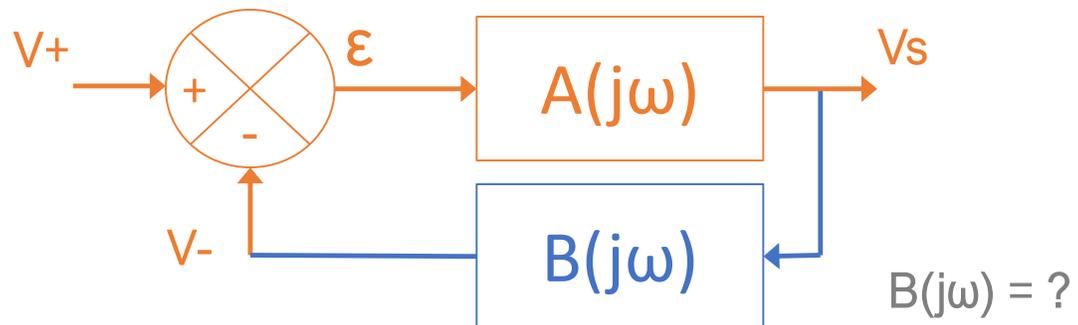
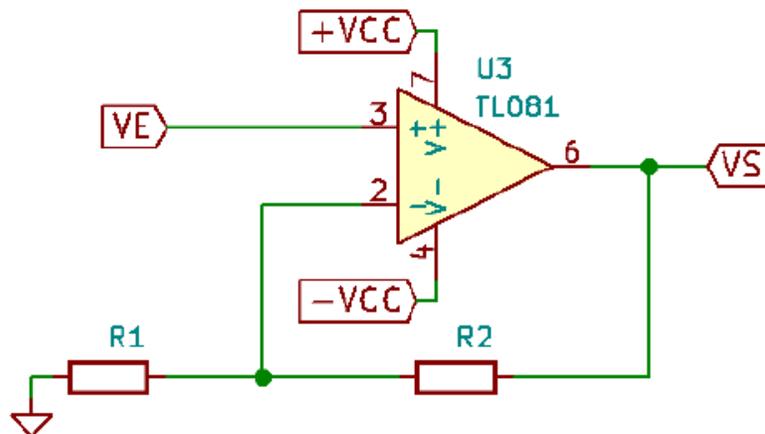


AOP / Régime linéaire - Suiveur



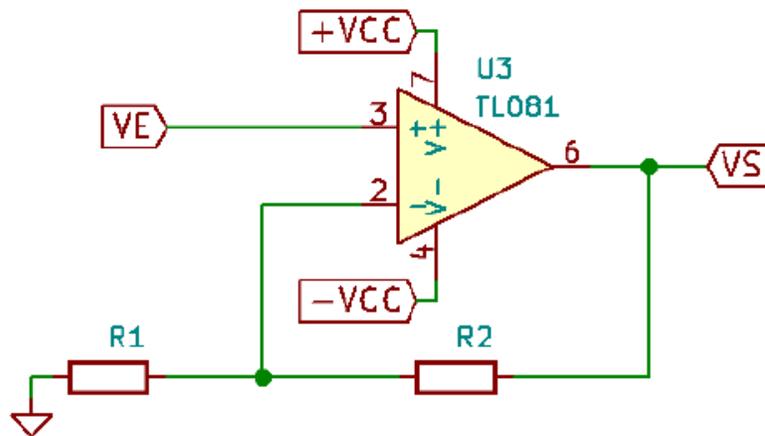
$A_{MAX} = 10^5 / GBW = 1 \text{ MHz}$

AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10



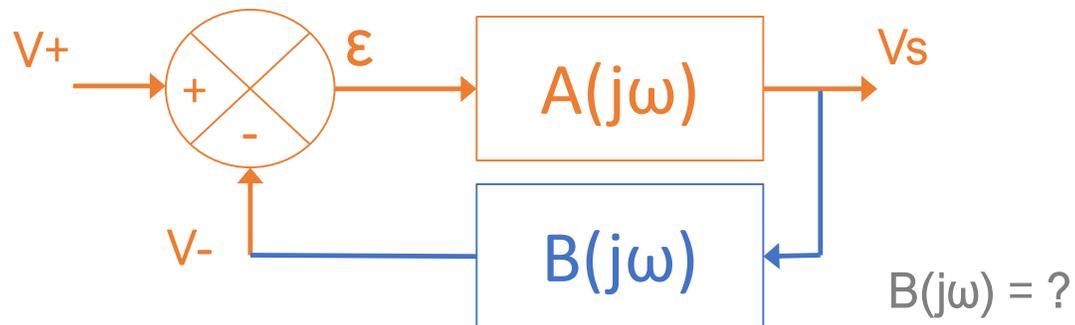
$$A_{\text{MAX}} = 10^5 / \text{GBW} = 1 \text{ MHz}$$

AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10



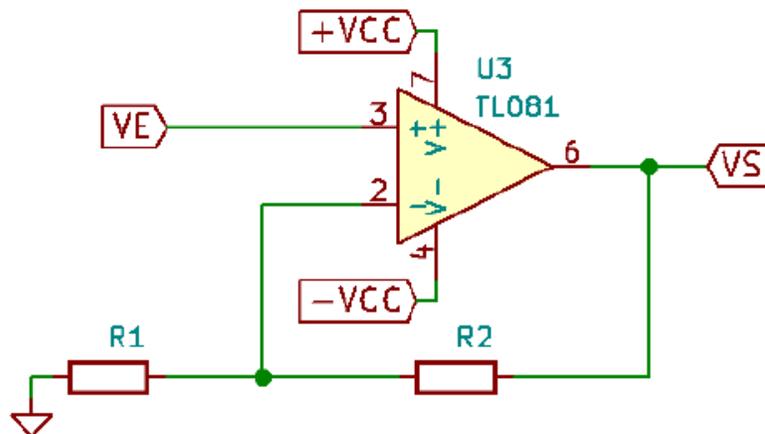
$$B(j\omega) = V_- / V_s$$

$$V_- = V_s \cdot R1 / (R1 + R2)$$



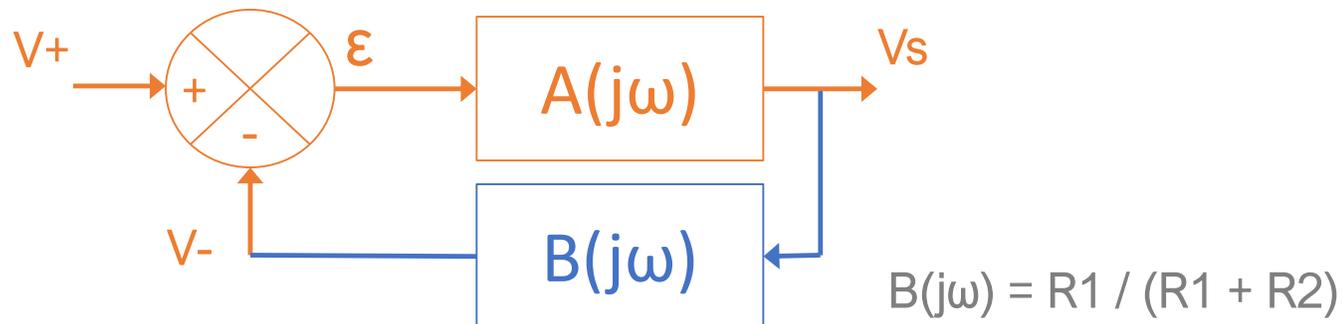
↳ $B(j\omega) = R1 / (R1 + R2)$

AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10

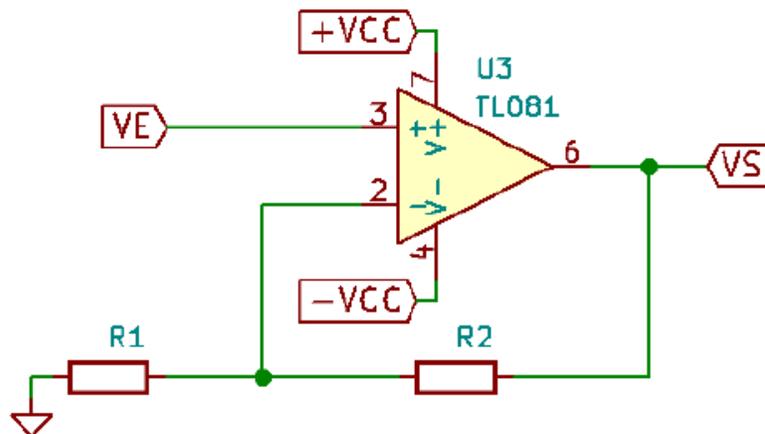


$$V_s = A \cdot (V_e - B \cdot V_s)$$

$$V_s/V_e = \frac{A \cdot (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2) + A \cdot R_1}$$

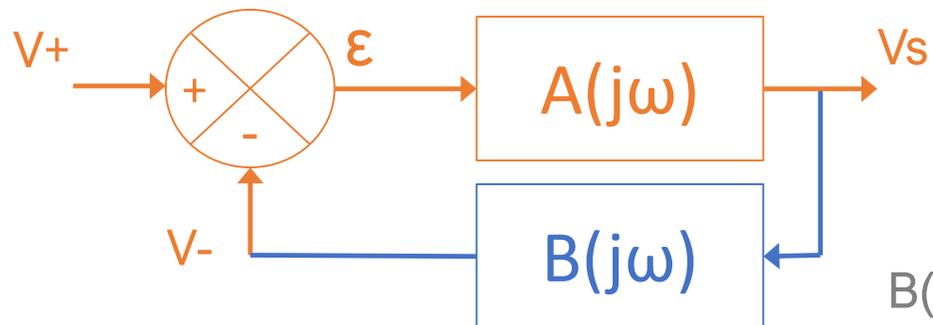


AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10



$$V_s = A \cdot (V_e - B \cdot V_s)$$

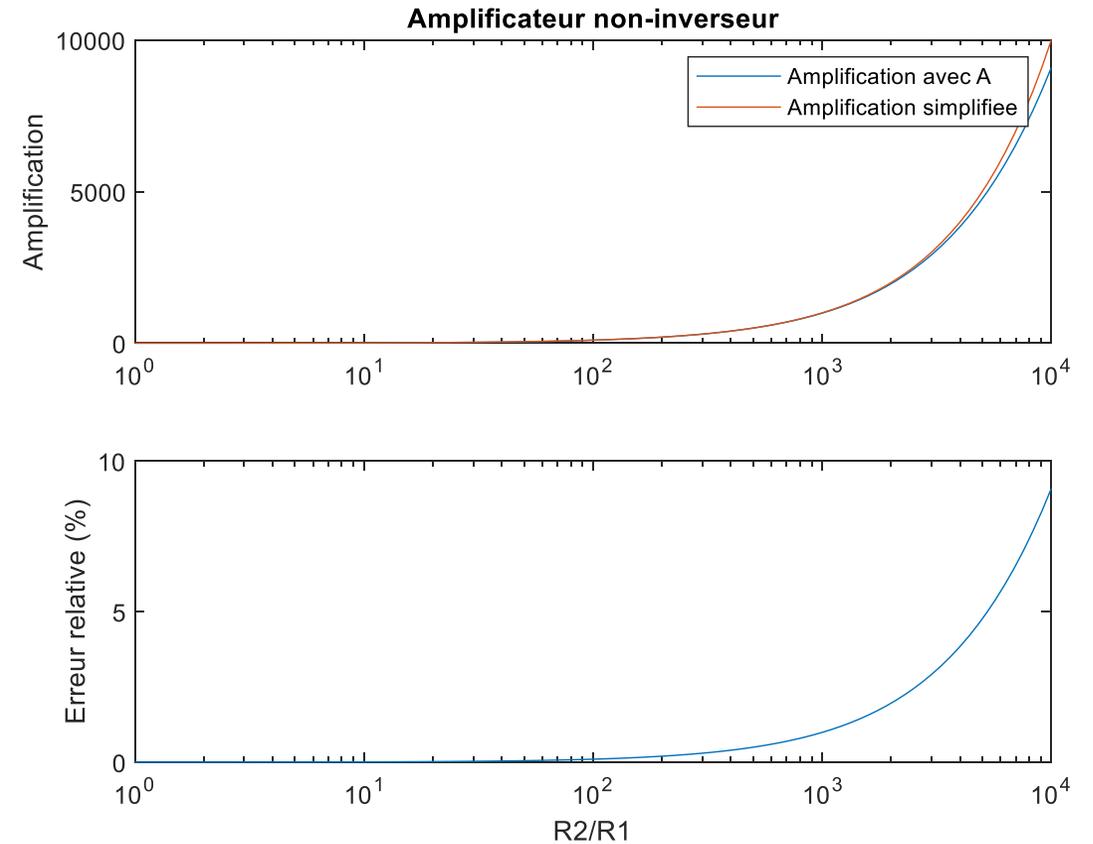
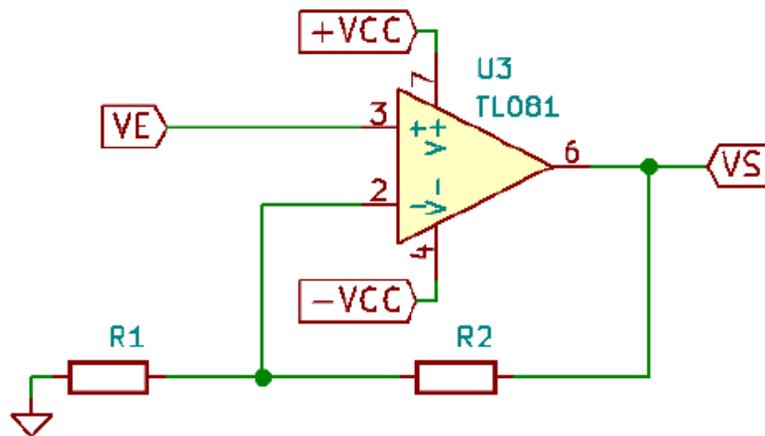
$$V_s/V_e = \frac{A \cdot (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2) + A \cdot R_1}$$



$$B(j\omega) = R_1 / (R_1 + R_2)$$

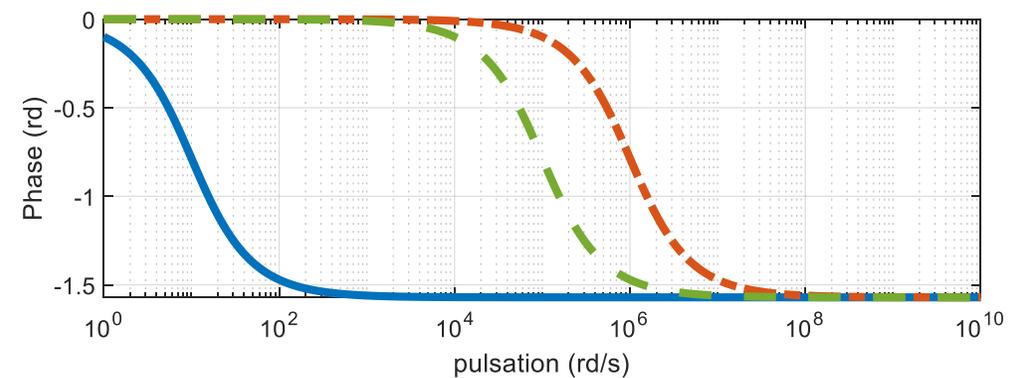
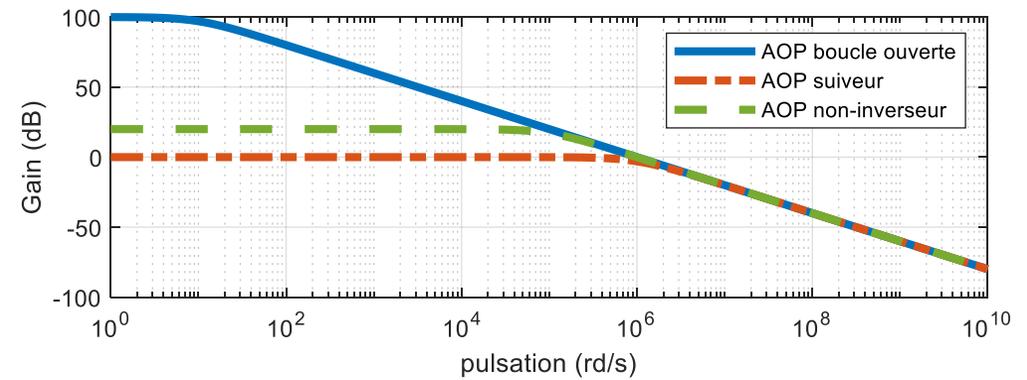
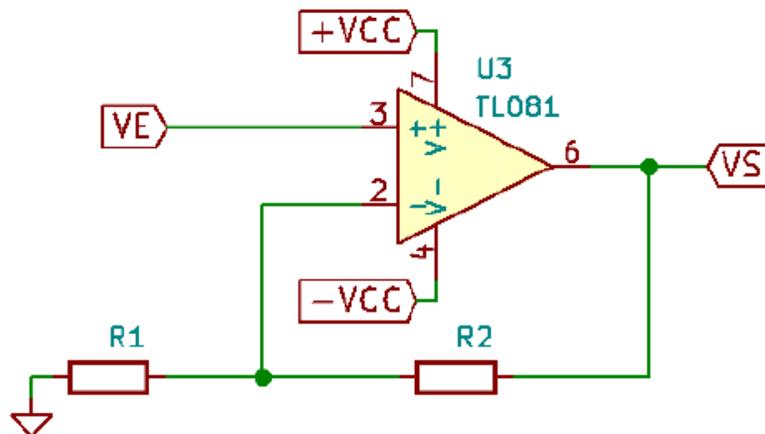
$$\neq H = (R_1 + R_2) / R_1$$

AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10



$$A_{MAX} = 15.10^3$$

AOP / Régime linéaire – Non-Inverseur +10



$$A_{MAX} = 10^5 / GBW = 1 \text{ MHz}$$

Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

METTRE EN MOUVEMENT

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech



LEnSE

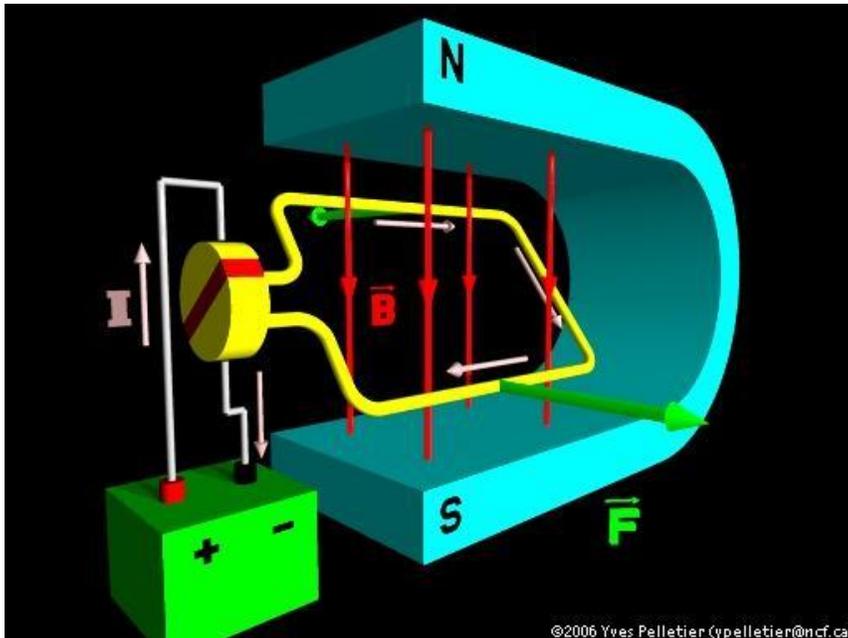
Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr/>

Mettre en mouvement

Moteur à courant continu / MCC

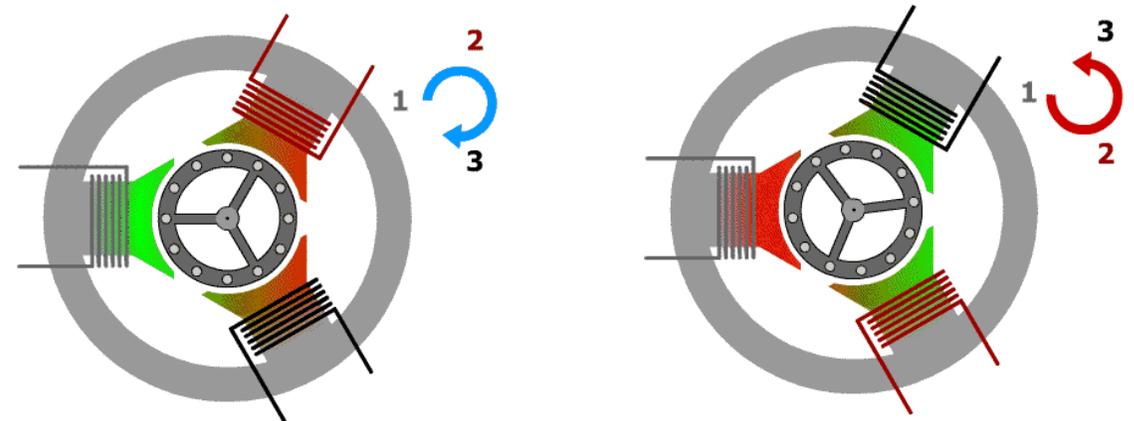
$$\Omega = K \cdot U$$



Moteurs à courant alternatif

Synchrone ou Asynchrone

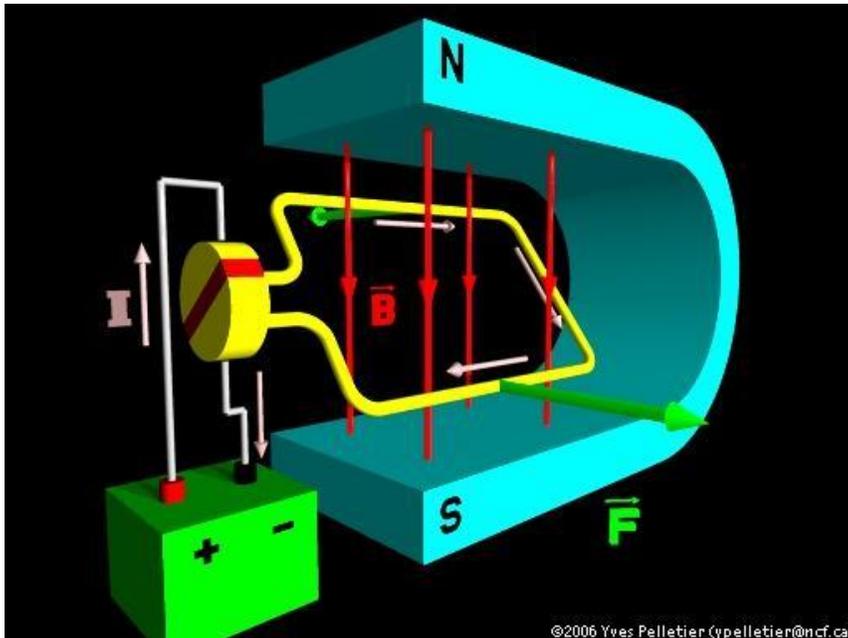
$$\Omega = n \cdot f$$



Mettre en mouvement

Moteur à courant continu / MCC

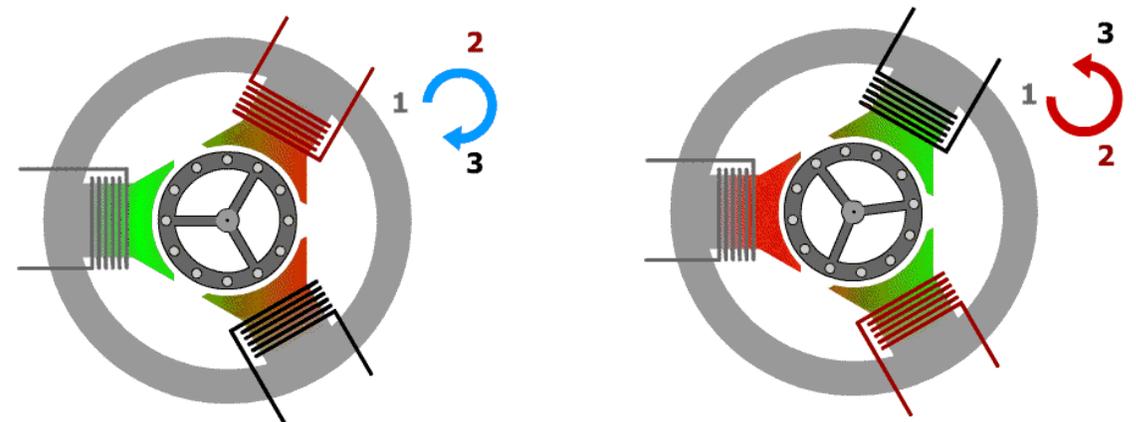
$$\Omega = K \cdot U$$



Moteurs à courant alternatif

Synchrone ou Asynchrone

$$\Omega = n \cdot f$$



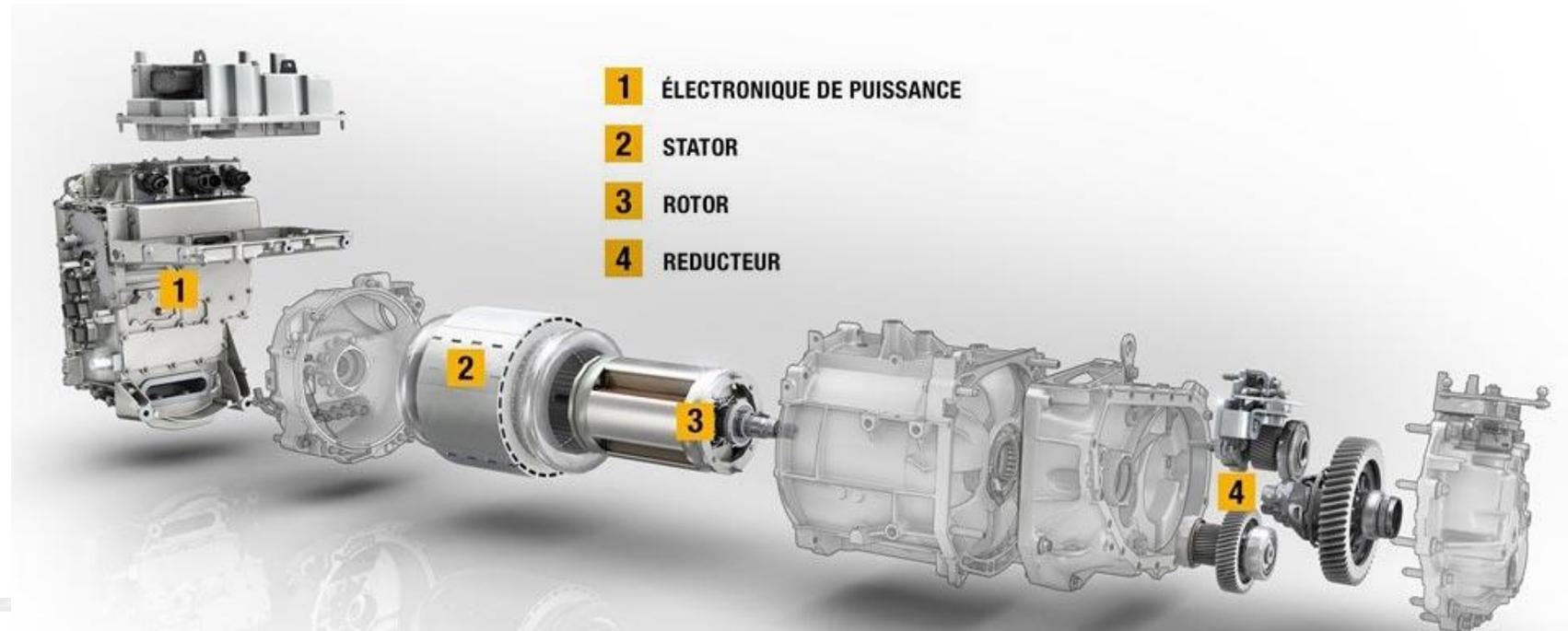
VIVE L'ELECTROMAGNETISME

Mettre en mouvement

Pour concevoir ce moteur, Renault innove et dépose 95 brevets

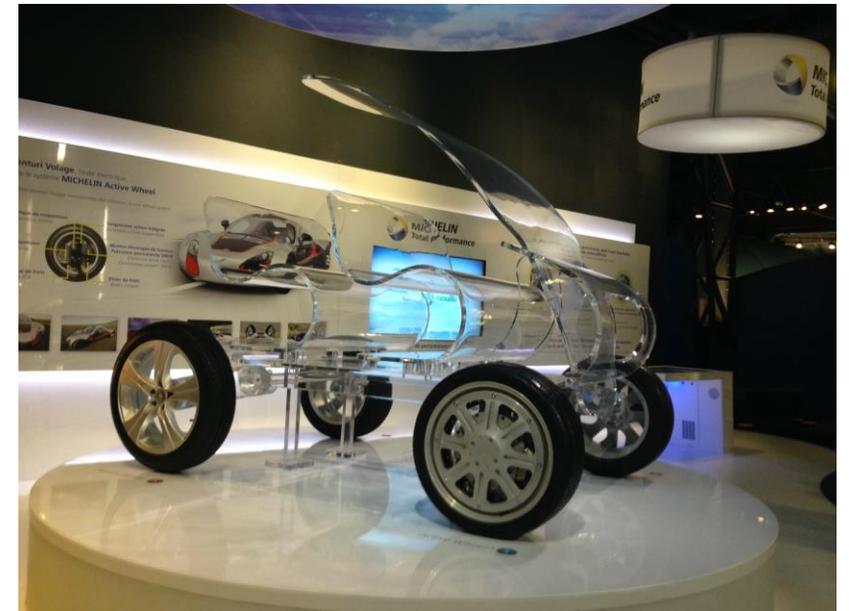
Le moteur R240 est un moteur électrique synchrone à rotor bobiné de 65 kW et 220 Nm avec chargeur Caméléon intégré. Il bénéficie d'un rendement amélioré et de performances de charge accrues grâce à l'optimisation de la gestion électronique de chaque composant, ainsi que d'un encombrement réduit. Innovant dans sa conception et dans son architecture, le moteur R240 a donné lieu au dépôt de 95 brevets.

Minute-auto.fr / 2015



Mettre en mouvement

MICHELIN Active Wheel



Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

MODELISER UN SYSTEME

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech

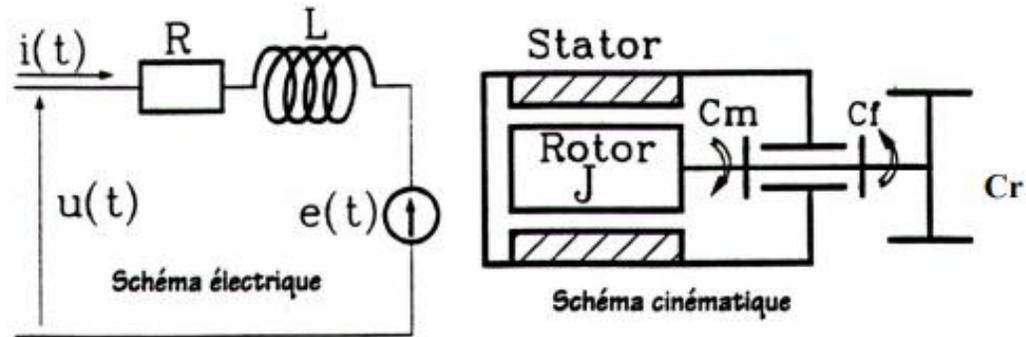


LEnSE

Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr/>

Modéliser un MCC



<http://s2i.chaptal.free.fr/>

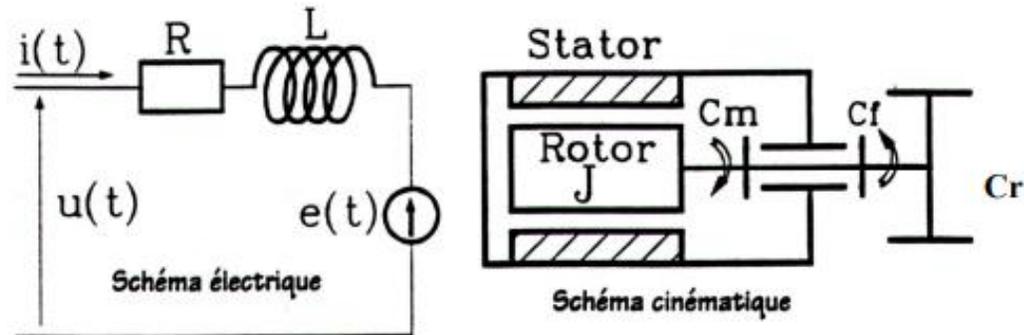
Moteur à courant continu

$$C_m = K \cdot I \qquad E = K \cdot \Omega$$

Principe fondamental de la dynamique

$$C_m - C_R - f \cdot \Omega = J \cdot p \cdot \Omega$$

Modéliser un MCC



<http://s2i.chaptal.free.fr/>

$$H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{K}{(J \cdot p + f) \cdot (R + L \cdot p) + K^2}$$

Moteur à courant continu

$$C_m = K \cdot I \qquad E = K \cdot \Omega$$

Principe fondamental de la dynamique

$$C_m - C_R - f \cdot \Omega = J \cdot p \cdot \Omega$$

Modèle simplifié

$$H(p) = \frac{K_0}{(1 + \tau_m \cdot p) \cdot (1 + \tau_e \cdot p)}$$

Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

*PILOTER « NUMERIQUEMENT »
DES MOTEURS*

INSTITUT
d'OPTIQUE
GRADUATE SCHOOL
ParisTech

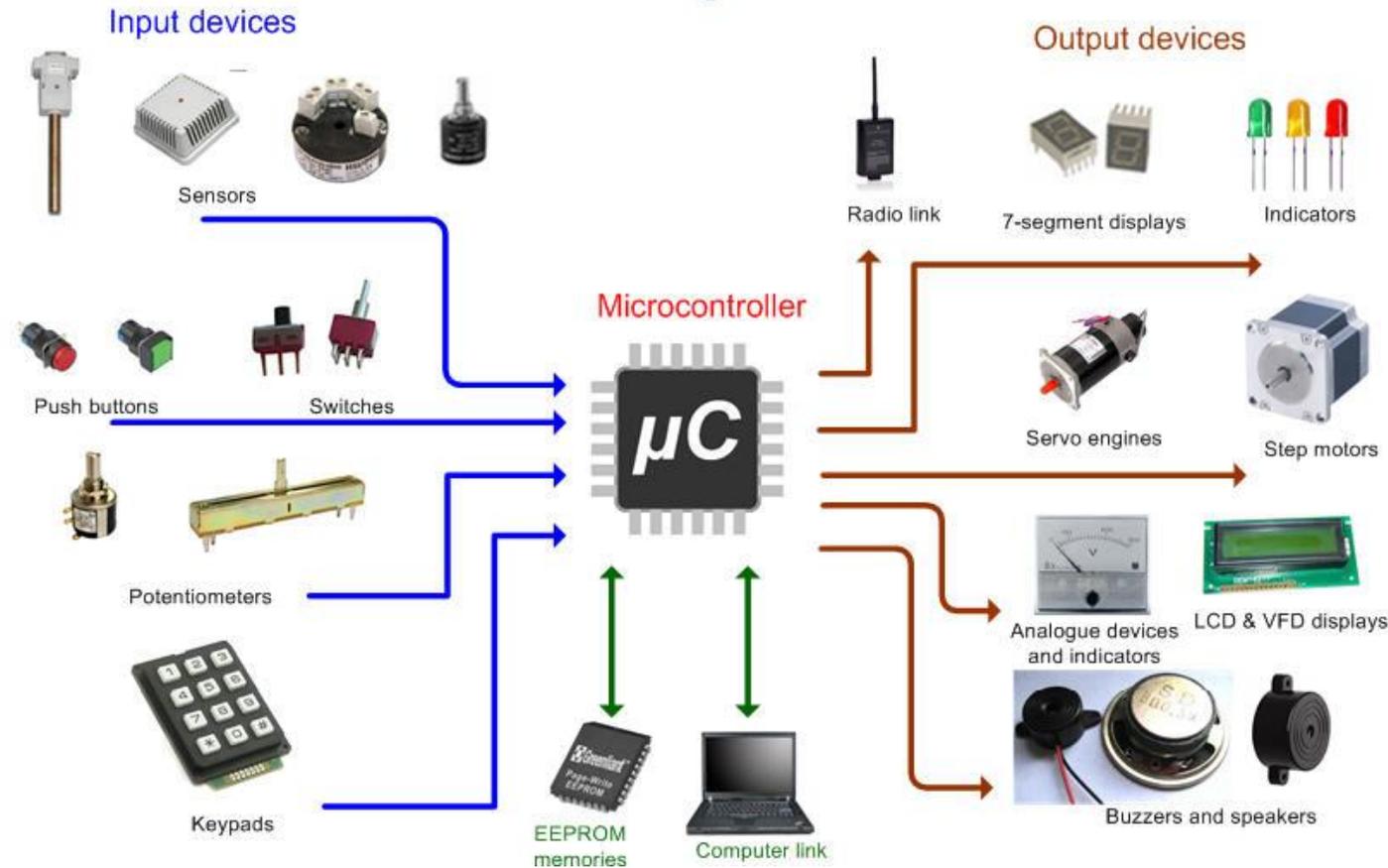


LEnsE

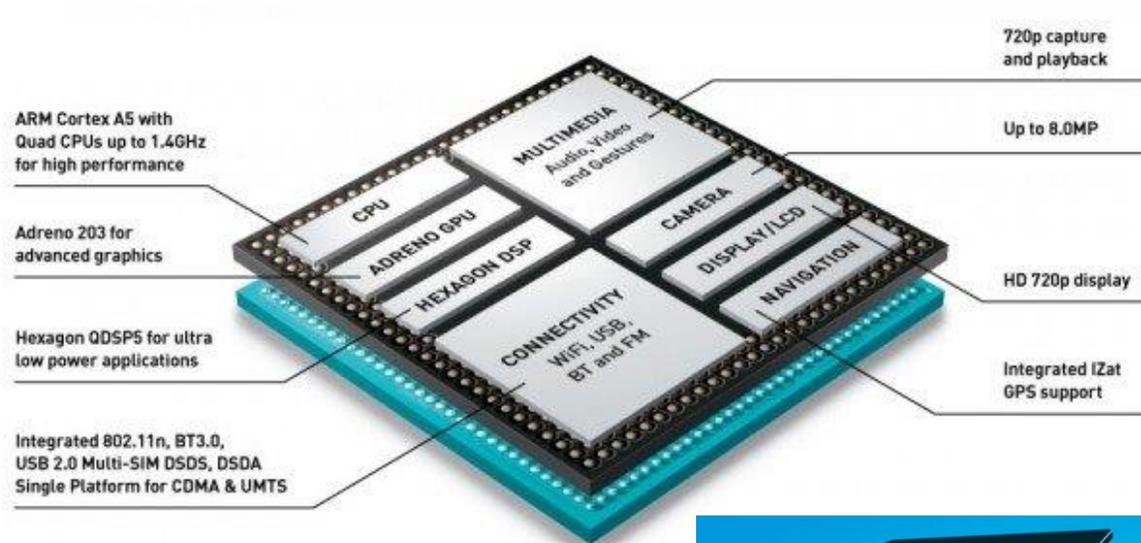
Laboratoire
d'Enseignement
Expérimental

<http://lense.institutoptique.fr/>

Piloter des éléments « numériquement »



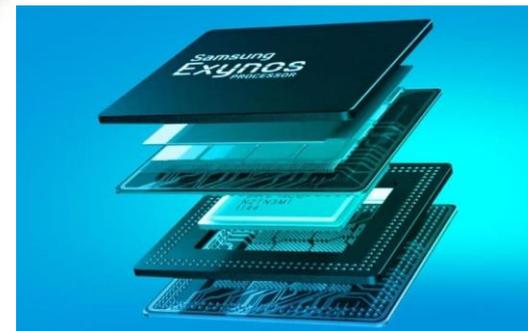
Piloter des éléments « numériquement »



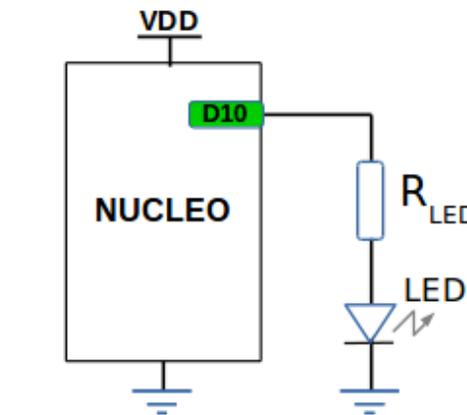
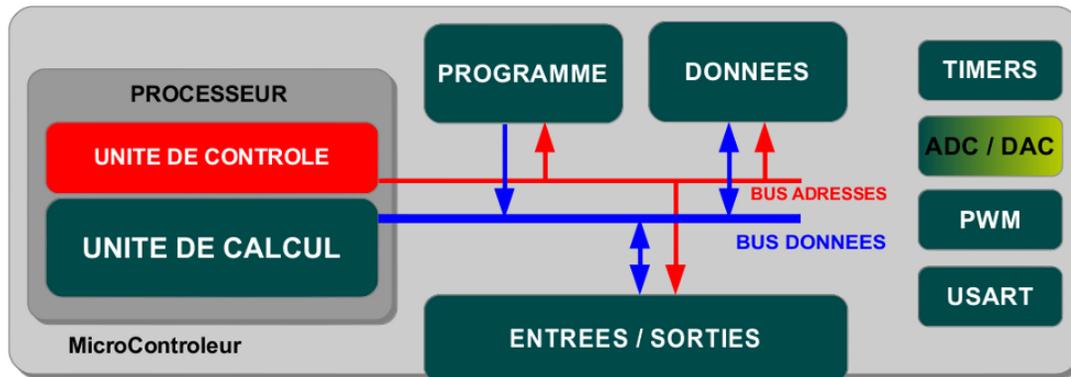
Cortex-A77

Third generation premium CPU based on DynamIQ technology.

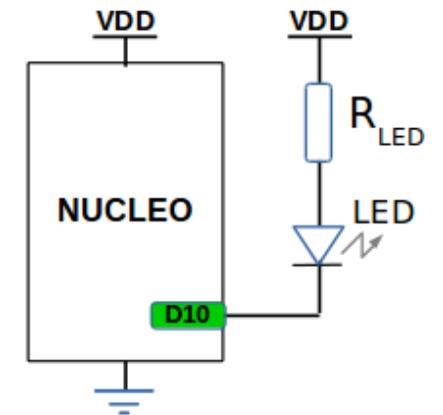
- Leadership performance and efficiency for 5G mobile solutions
- Improved responsiveness for on device machine learning
- Built for next generation smartphones and laptops



Piloter des éléments « numériquement »

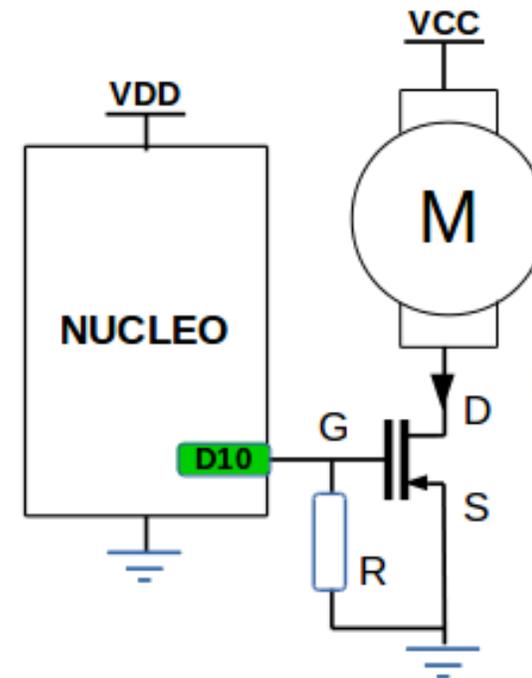
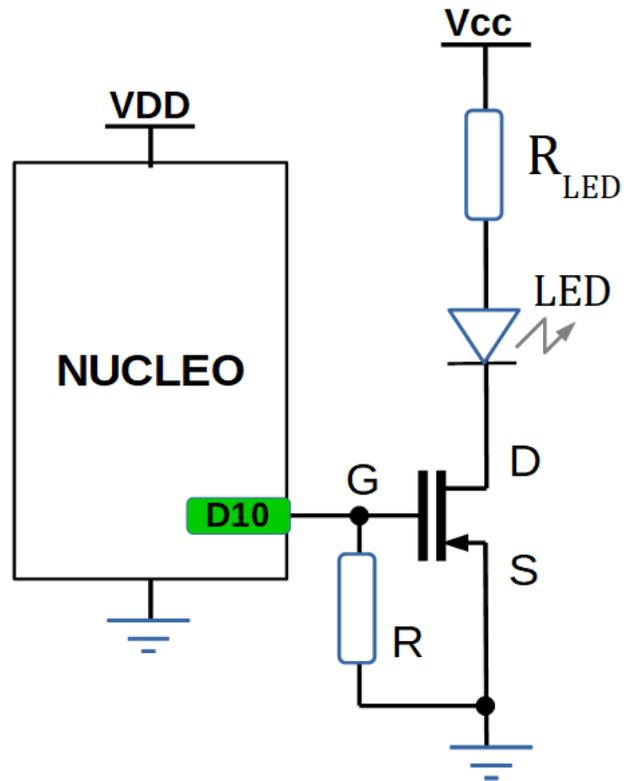


Montage 1

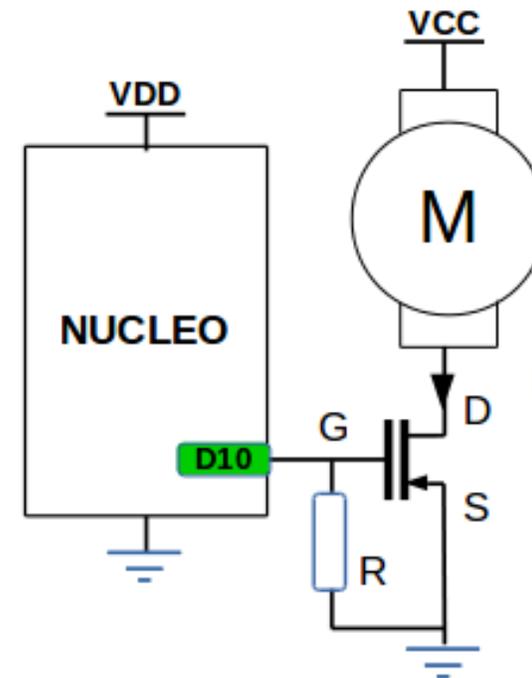
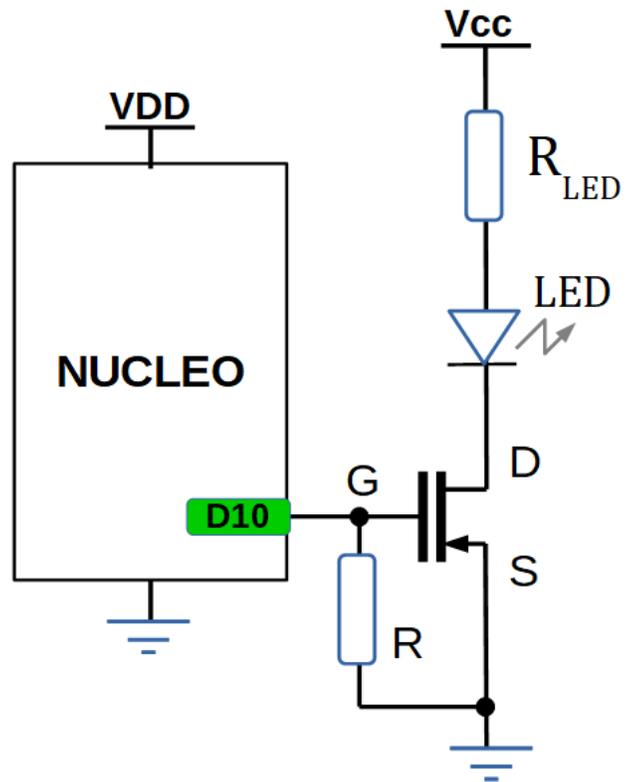


Montage 2

Piloter des éléments de puissance

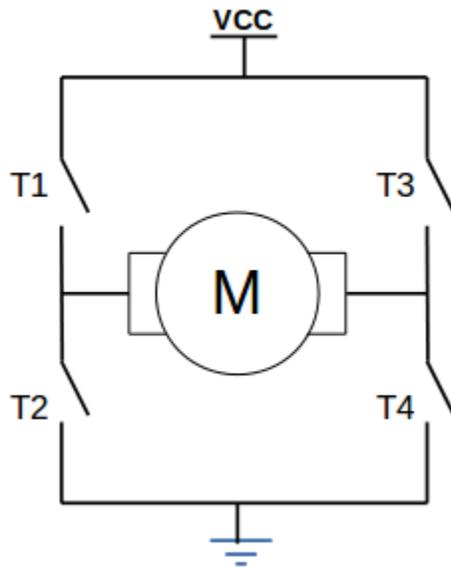


Piloter des éléments de puissance

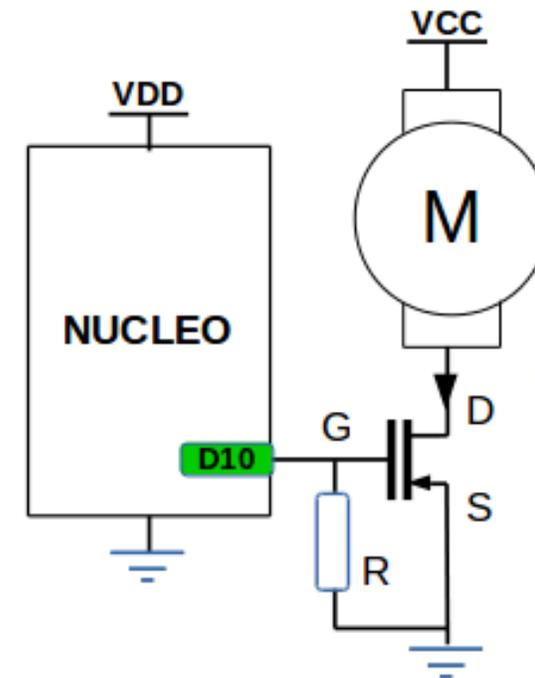


Valable uniquement pour un MCC
Dans une direction !!!

Piloter des éléments de puissance

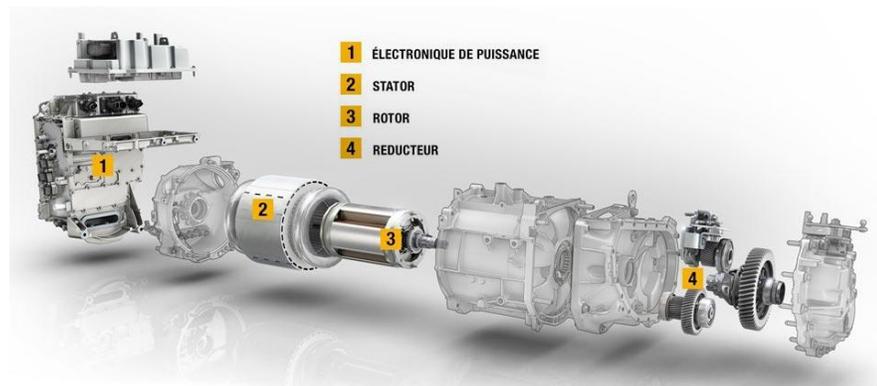
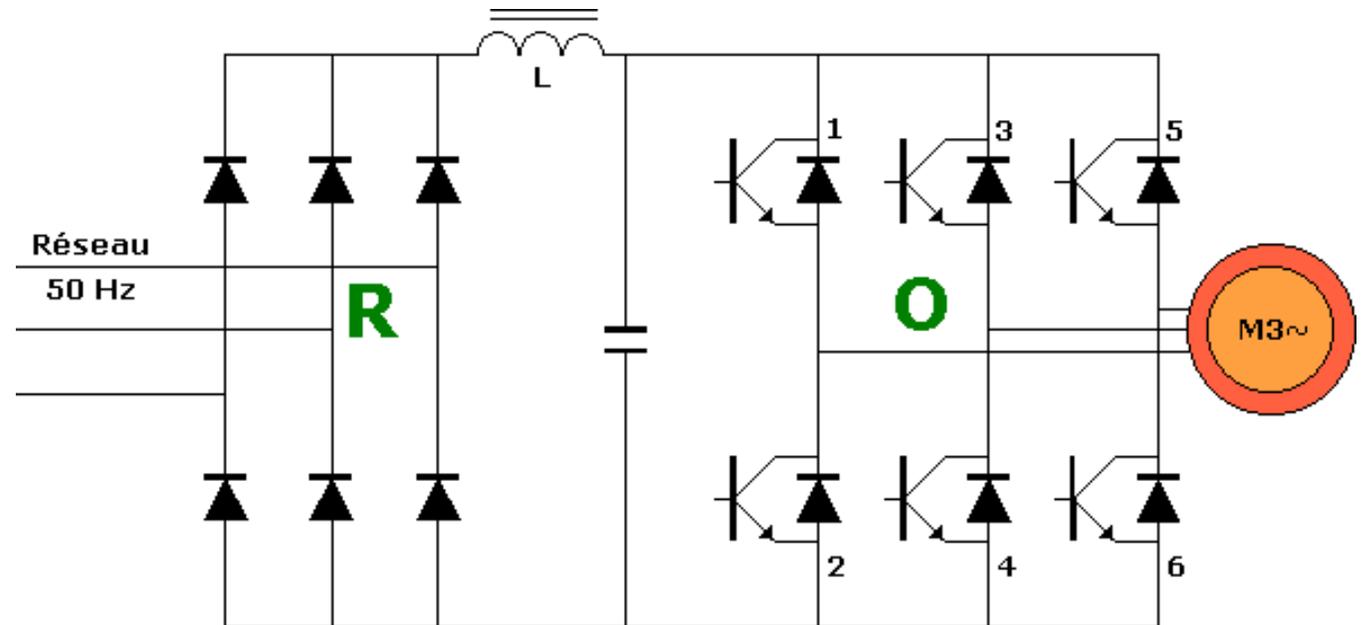
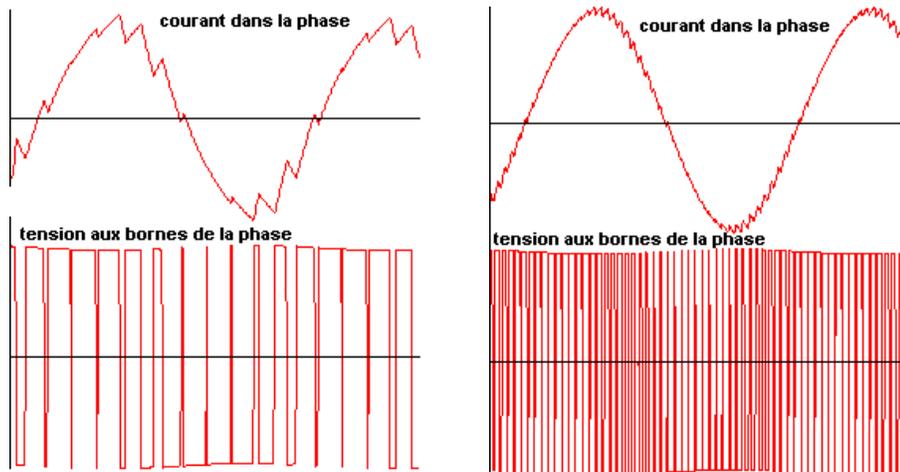


Valable pour chaque phase d'un moteur
Dans les deux directions



Valable uniquement pour un MCC
Dans une direction !!!

Piloter des éléments de puissance



Ingénierie électronique pour le
Traitement de l'Information

By VILLOU

ASSERVIR / PILOTER / GENERER

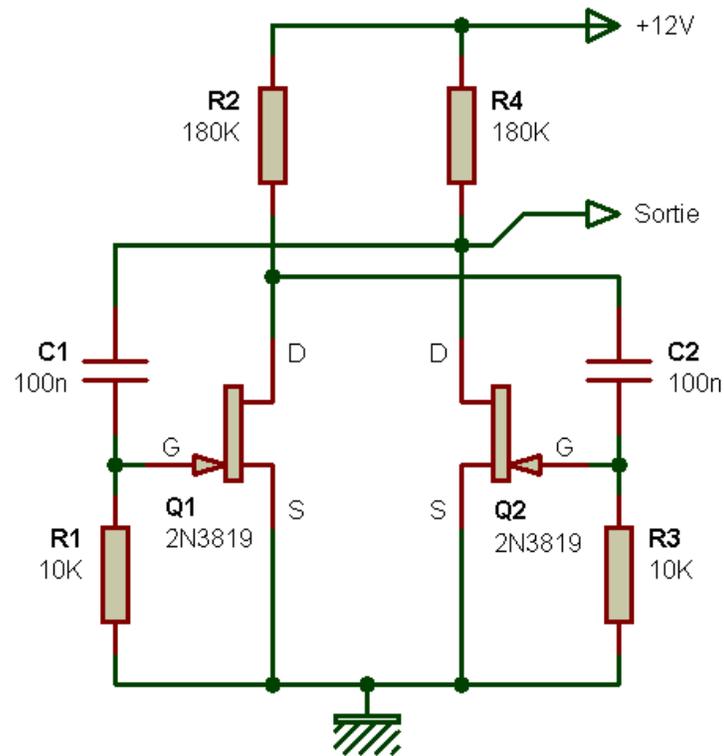
GENERER DES SIGNAUX PERIODIQUES



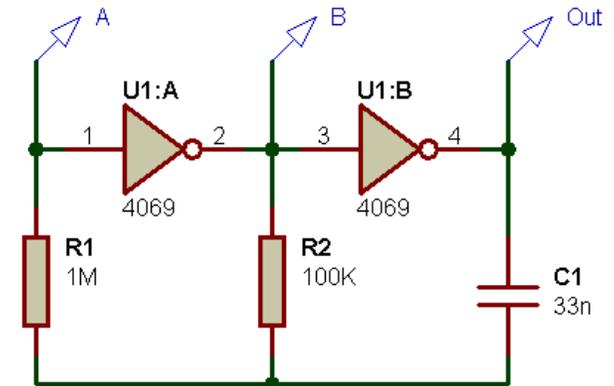
<http://lense.institutoptique.fr/>

Générer des signaux périodiques rectangulaires

De manière analogique

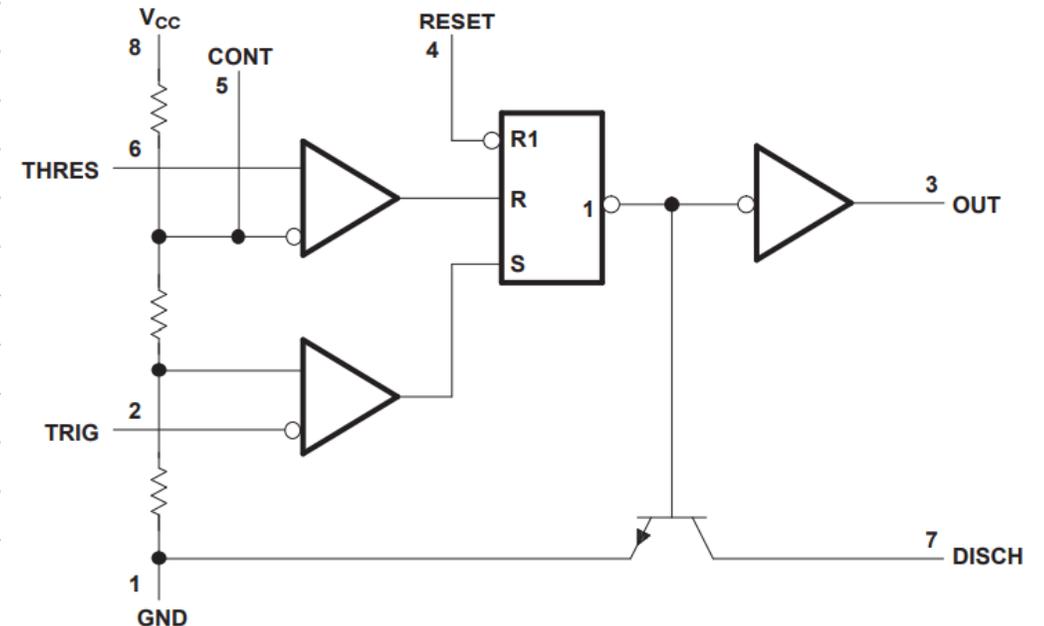
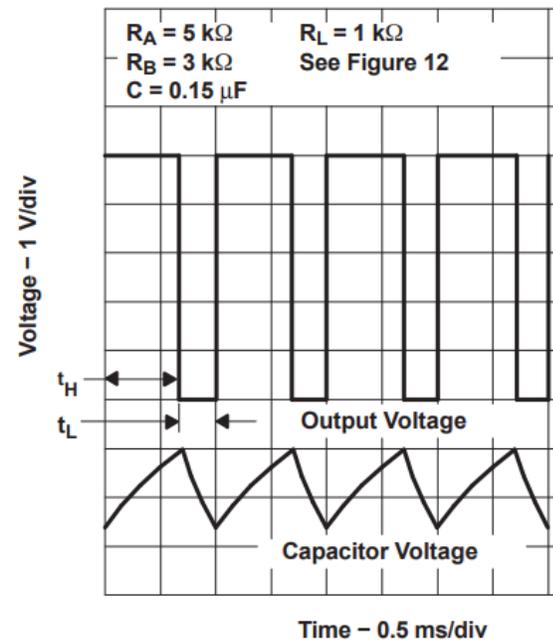
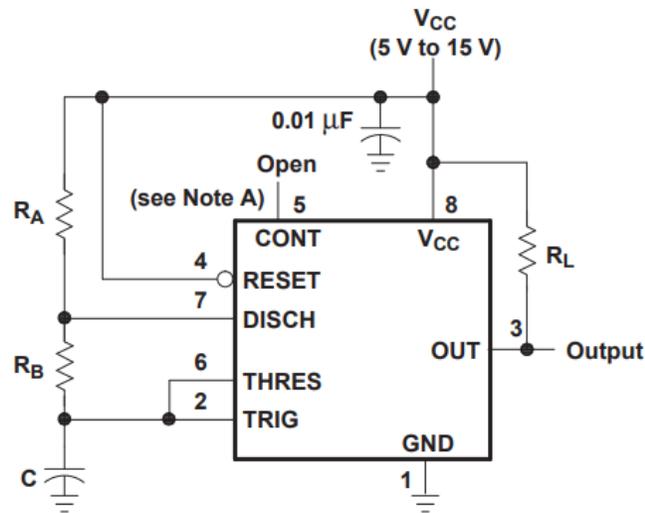


De manière « numérique » (portes logiques)



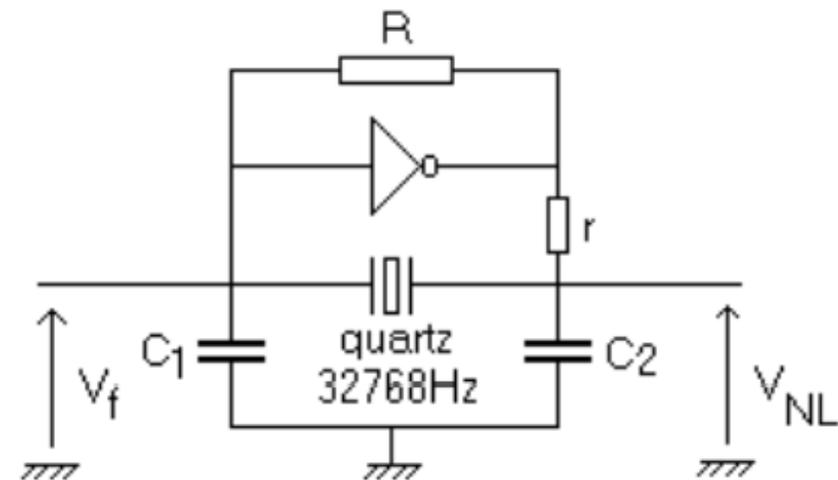
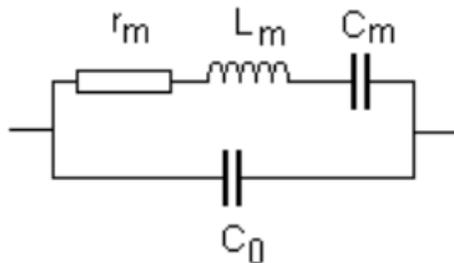
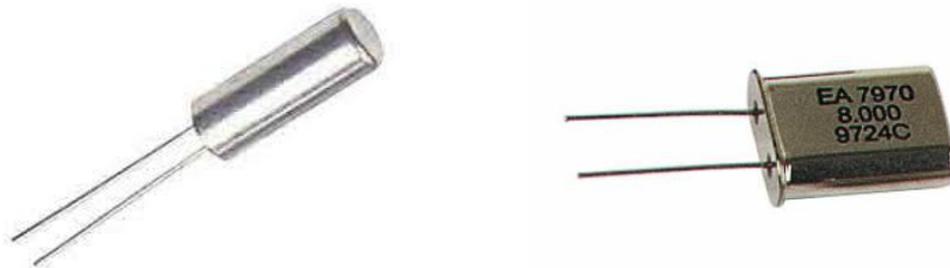
Générer des signaux périodiques rectangulaires

Composants spécialisés / NE555



Générer des signaux périodiques rectangulaires

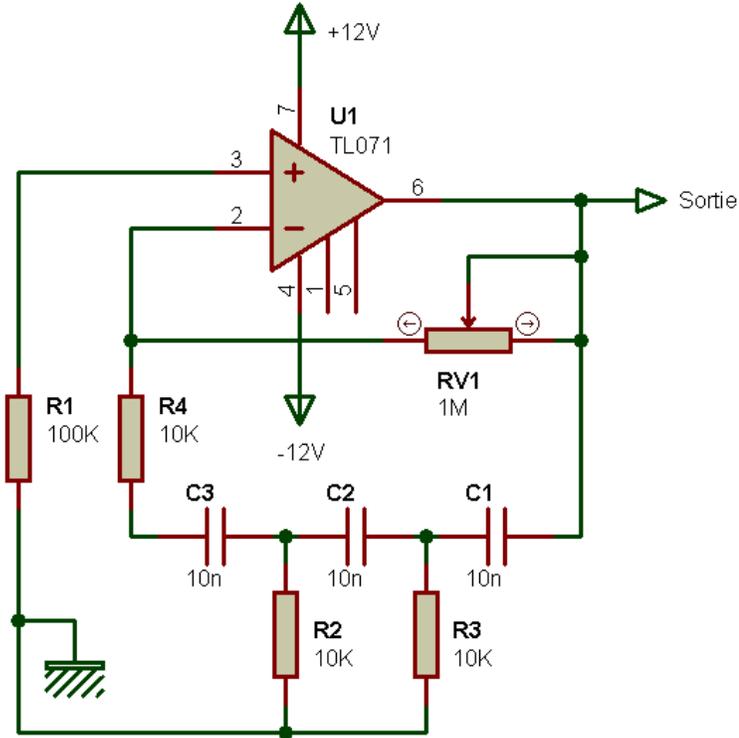
Générateur à quartz



$$32768 = 2^{15}$$

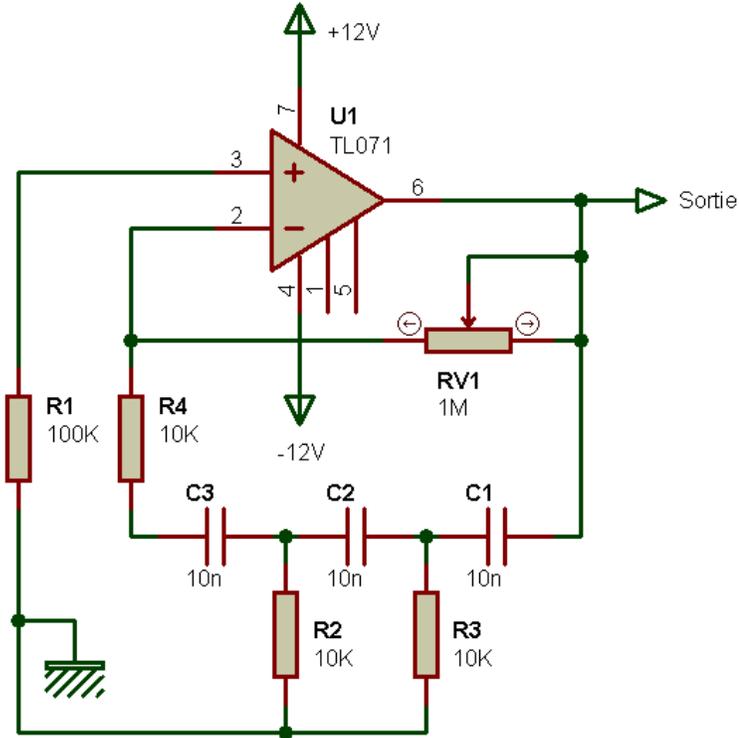
Générer des signaux périodiques sinusoïdaux

De manière analogique (pont de Wien)

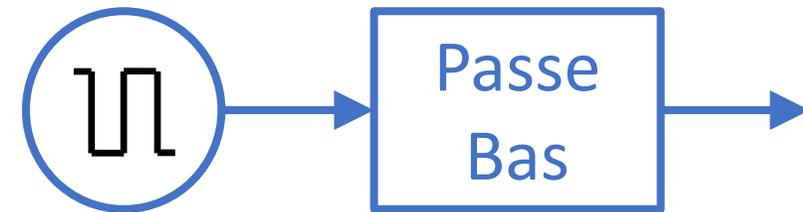


Générer des signaux périodiques sinusoïdaux

De manière analogique (pont de Wien)



De manière « détournée »



Générer des signaux périodiques quelconques

De manière numérique

