

4. Technique PWM

(PWM = pulse width modulation = modulation de largeur d'impulsion)

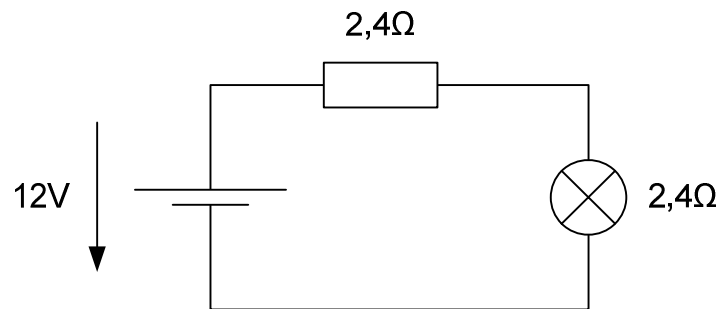
4.1 Introduction

Exercice 1:

Soit une lampe ($R_L = 2,4\Omega$) et une alimentation à tension continue fixe de 12V.

- Calculez la puissance consommée par la lampe.
- Proposez un circuit simple qui permet de réduire l'intensité lumineuse de la lampe.

Exercice 2:



Calculez les puissances consommées par la résistance en série et par la lampe.

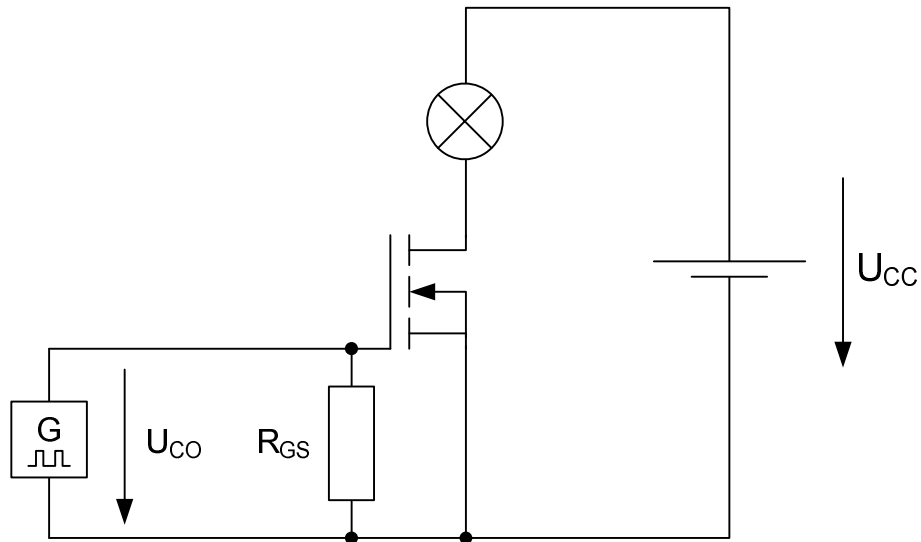
conclusion:

Le fait de réduire la puissance consommée de la lampe à l'aide d'une résistance en série produit des pertes non négligeables dans la résistance en série. ☹

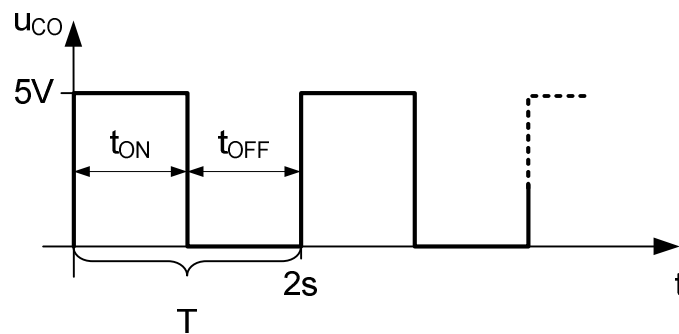
4.2 Technique PWM

La *technique PWM* est une technique qui permet de régler la puissance consommée par un consommateur électrique *sans perte de puissance*. ☺

montage:



Dans un premier essai nous allons brancher une tension de commande u_{CO} purement rectangulaire ($t_{ON} = t_{OFF}$) avec une fréquence de 0,5 Hz.



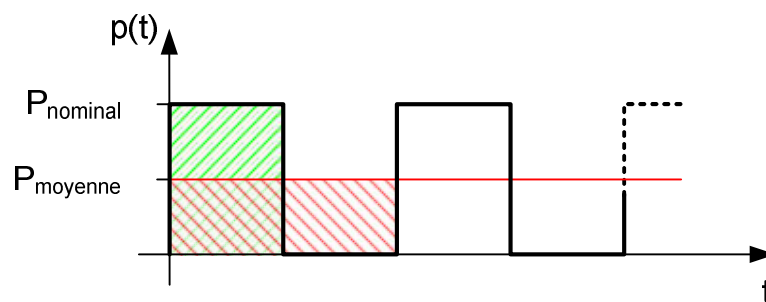
observation:

A 0,5 Hz nous constatons que la lampe s'allume et s'éteint au même rythme de la tension de commande varie son état.

Augmentons maintenant la fréquence à 500 Hz resp. diminuons T à 2ms.

observation:

A 500 Hz la lampe brille en continue, mais à une intensité plus faible.

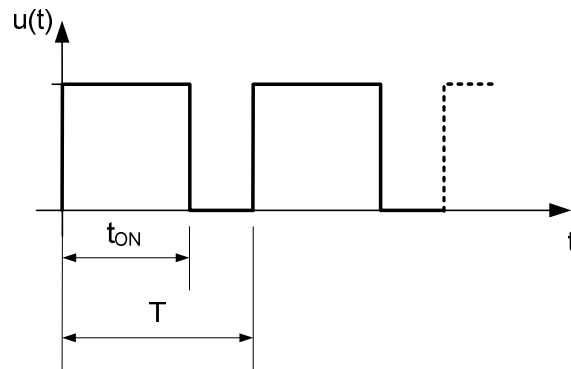
explication:

La tension appliquée sur la lampe varie avec le temps. Ceci fait aussi varier la puissance que la lampe consomme, ce qui fait varier l'intensité lumineuse. Si la fréquence de variation est petite, alors nos yeux arrivent à suivre les variations de l'intensité. Si la fréquence dépasse 30Hz nos yeux ne savent plus suivre les variations et forment une moyenne de l'intensité. La lampe apparait donc comme si elle serait alimentée continuellement avec une puissance réduite P_{moyenne} .

4.3 Le signal PWM

Le signal PWM est une tension binaire où on sait varier le temps t_{ON} pendant lequel le signal est à l'état haut.

diagramme temporel:



t_{ON} est la durée à l'état haut en seconde (s)

T est la durée d'une période en seconde (s)

définition:

Le rapport cyclique α (sans unité) est défini comme suit:

$$\alpha = \frac{t_{ON}}{T}$$

Le rapport cyclique α peut avoir des valeurs entre 0 et 1, ce qui fait que α est aussi parfois exprimé en pourcent. Il vaut alors:

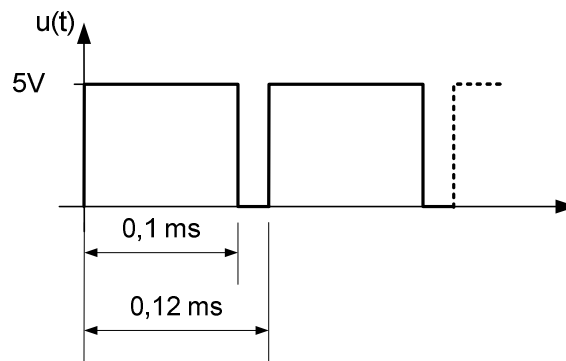
$$\alpha (\%) = \alpha \cdot 100\%$$

puissance moyenne consommée par un consommateur sur signal PWM:

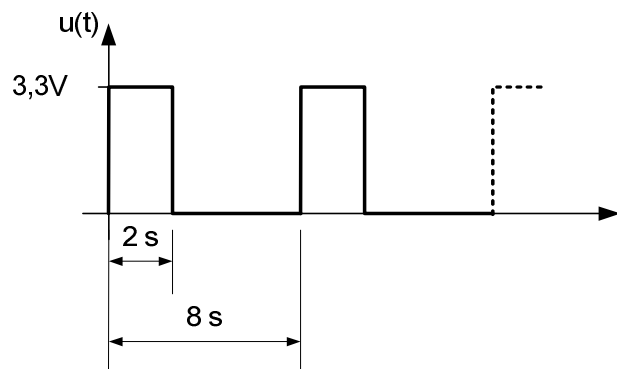
$$P_{moyenne} = P_{nominal} \cdot \alpha$$

$P_{moyenne}$ est la puissance consommée en moyenne en Watt (W)

$P_{nominal}$ est la puissance consommée en Watt (W) si α est 100%.

Exercice 3:

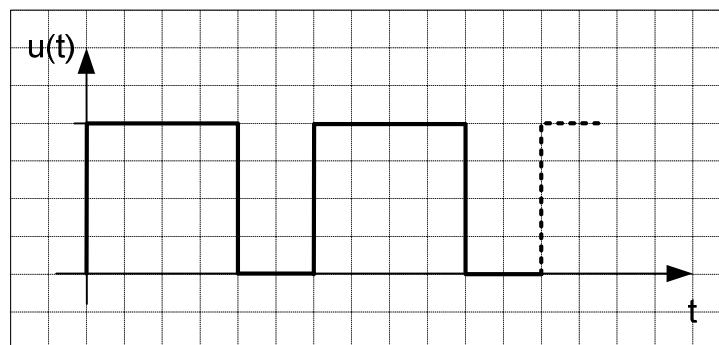
- Calculez α .
- Calculez α en %.
- Calculez la fréquence f du signal.
- Calculez P_{moyenne} si $R_L = 5\Omega$.

Exercice 4:

- Calculez α .
- Calculez α en %.
- Calculez la fréquence f du signal.
- Calculez P_{moyenne} si $R_L = 5\Omega$.

Exercice 5:

Calculez α .

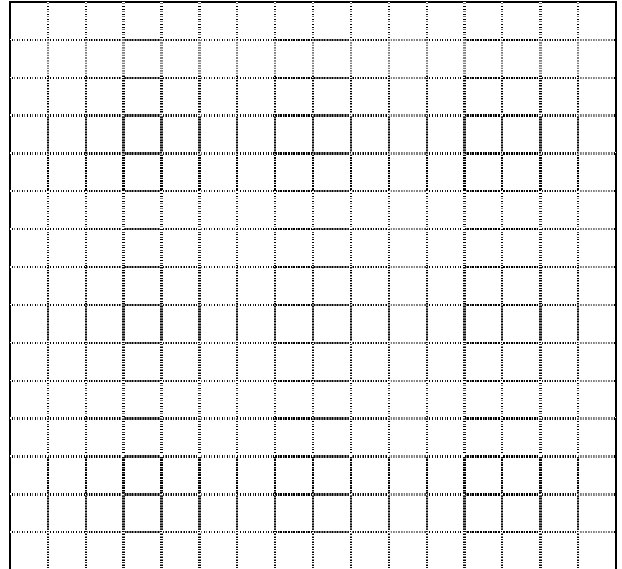
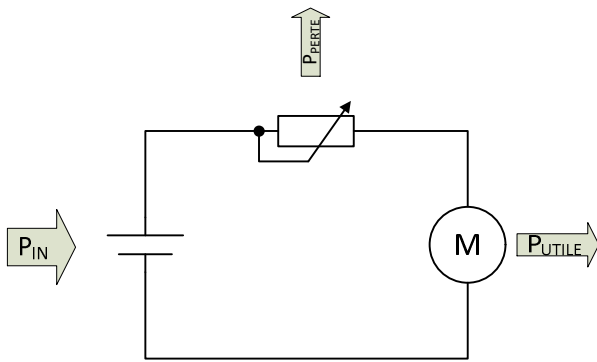
**Exercice 6:**

Tracez un signal PWM avec un rapport cyclique de 80%.

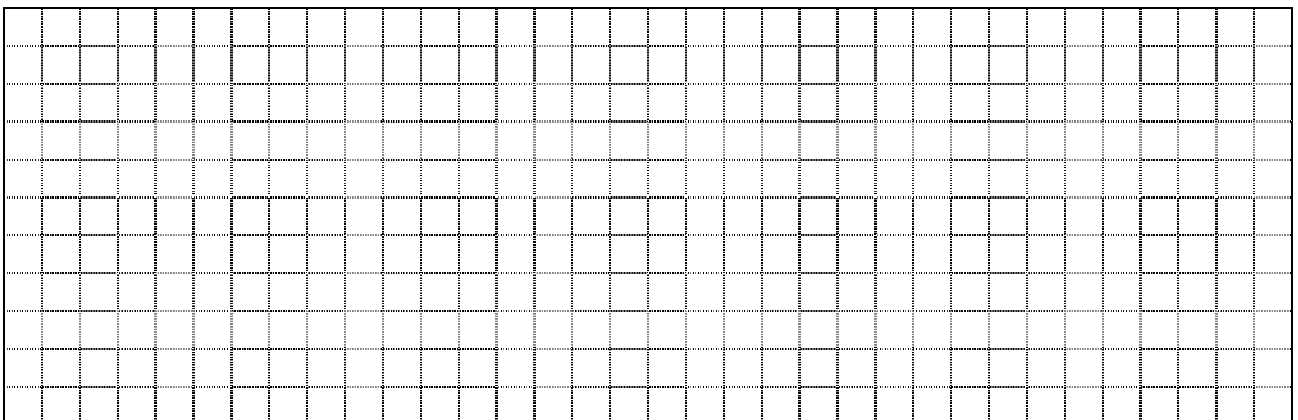
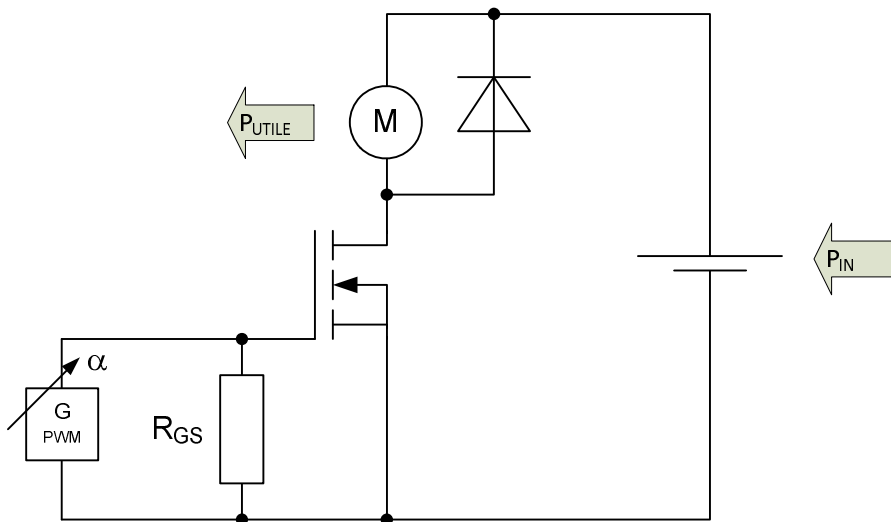
4.4 Avantages de la technique PWM contre une résistance en série

Exemple: Contrôler la vitesse de rotation d'un moteur

1. solution: résistance variable en série



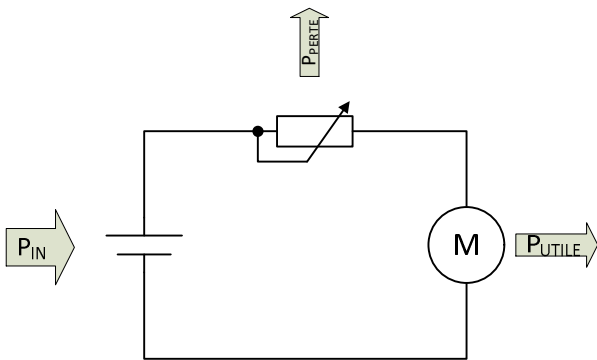
2. solution: technique PWM



4.4 Avantages de la technique PWM contre une résistance en série

Exemple: Contrôler la vitesse de rotation d'un moteur

1. solution: résistance variable en série



$$P_{IN} = P_{UTILE} + P_{PERTE}$$

donc

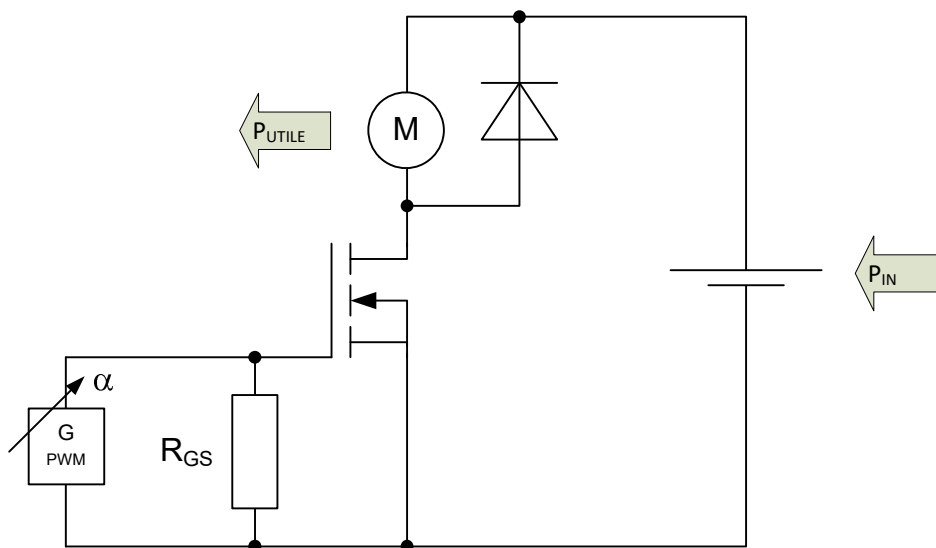
$$P_{UTILE} < P_{IN}$$

donc

$$\eta = \frac{P_{UTILE}}{P_{IN}} < 1$$

η est le rendement du circuit (sans unité)

2. solution: technique PWM



Dans les deux états de conduction du transistor celui-ci ne produit presque pas de perte, donc:

$$P_{UTILE} \approx P_{IN}$$

donc

$$\eta = \frac{P_{UTILE}}{P_{IN}} \approx 1$$