

Le transistor PNP en commutation

1 Rappel de cours

Le transistor utilisé en commutation est soit saturé, soit bloqué.

- Condition de bloquage: $I_B = 0A$

$$I_B = 0A \rightarrow I_C \rightarrow = \beta \cdot I_B = 0A$$

Le transistor se comporte comme un interrupteur OUVERT

$$\rightarrow I_C = 0A$$

note: β est le paramètre d'amplification en courant du transistor.

β est un nombre sans unité: on trouve sa valeur dans les documentations constructeurs

- Condition de saturation: $I_B \geq I_{Bsat}$

$$I_B \geq I_{Bsat} \rightarrow I_C = I_{Csat}$$

Le transistor se comporte comme un interrupteur FERME

$$\rightarrow V_{ce} = V_{ce sat} \approx 0V$$

note: le courant I_{Csat} , dans un montage, est la valeur maximale que peut obtenir le courant I_C .

2 Calcul de I_{Bsat}

▢ Présentation du problème

Pour qu'un transistor soit saturé (on dit également "passant"), il faut que le courant I_B soit supérieur ou égal à I_{Bsat} . Il faut donc savoir calculer I_{Bsat} . Pour connaître I_{Bsat} , il faut d'abord connaître le courant I_{Csat} qui traverse le transistor entre le collecteur et l'émetteur.

▢ Méthode de calcul de I_{Bsat}

*** ON SUPPOSE QUE LE TRANSISTOR EST SATURÉ ***

$$\rightarrow V_{ce} = V_{ce sat} \approx 0V$$

→ on calcule le courant I_{Csat} traversant le courant de l'émetteur vers le récepteur

→ on cherche si nécessaire la valeur du β du transistor (souvent appelé h_{fe} dans les documentations).

*** ON PREND TOUJOURS LA VALEUR MINIMUM DU BETA (β) TROUVE DANS LA DOCUMENTATION ***

→ on calcule la valeur de I_{Bsat} avec la formule suivante:

$$I_B = \frac{I_{c \text{ sat}}}{\beta_{\text{mini}}}$$

▣ Calcul de I_b

Nous connaissons maintenant la valeur du courant $I_{B \text{ sat}}$. Il faut que:

$$I_B \geq I_{B \text{ sat}}$$

nous utilisons la formule suivante:

$$I_B \geq K \times I_{B \text{ sat}}$$

avec "k": coefficient de sécurité (ou de sursaturation) qui est utilisé pour être sûr que le transistor est bien saturé. Souvent la valeur de "k" est égale à 2. (valeur courante).

3 Calcul des composants du montage

Une fois que la valeur de I_B désirée est calculée, il faut calculer les valeurs des résistors du montage. Cela se résume souvent au calcul de la résistance de base R_b et au calcul de résistance R_c du montage.

Les lois à appliquer sont la loi d'ohm, la loi des noeud et la loi des mailles.

4 Application

Commande d'une lampe L1 de puissance 3W fonctionnant sous 12V. Le signal de commande est un signal de "0V" ou de "+12V". Un interrupteur est utilisé pour réaliser cette fonction.

Cahier des charges:

$V_e = 0V \rightarrow$ la lampe est allumée.

$V_e = +12V \rightarrow$ la lampe est éteinte.

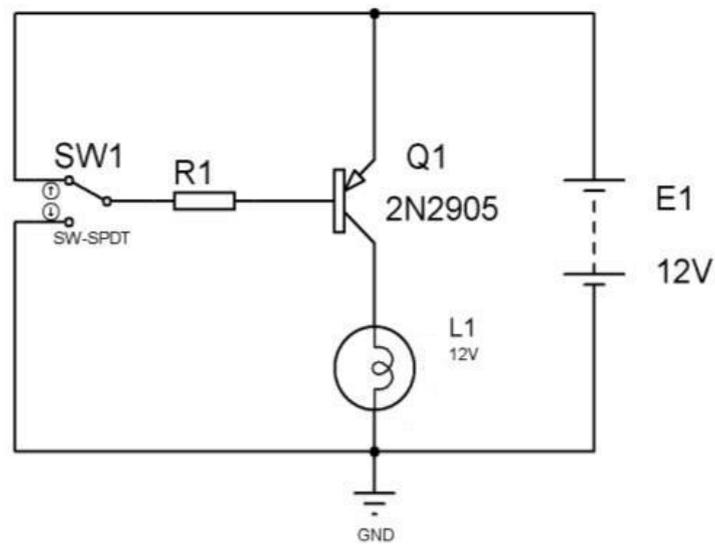
La valeur de l'amplification en courant du transistor est: $\beta_{\text{mini}} = 80$

La tension $V_{be \text{ sat}}$ est de 0,65V.

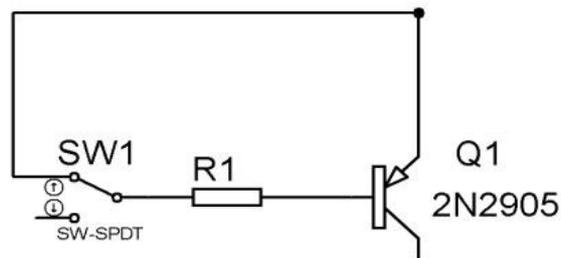
Note: il faut calculer la valeur de R_1 .

SOLUTION:

1. interrupteur en position "haute"



La maille formée par l'interrupteur "SW1", le résistor R1 et la jonction emetteur base du transistor PNP Q1 est fermée mais n'a pas de générateur de tension:



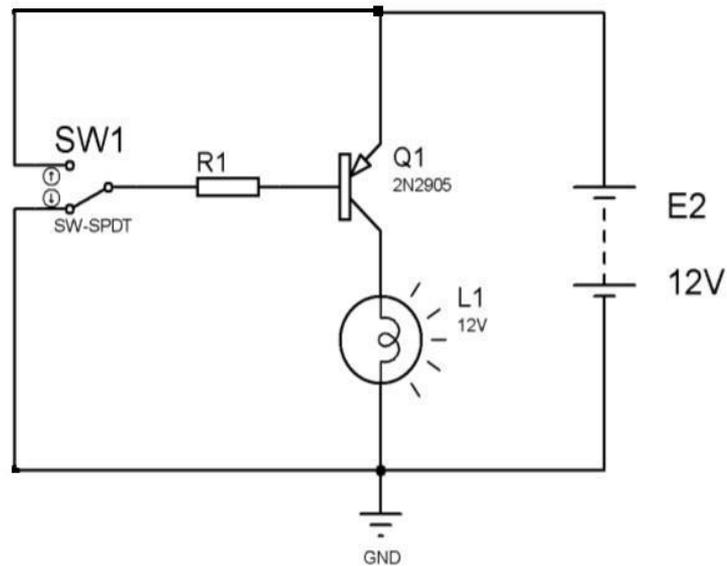
$$\rightarrow I_B = 0A \quad \rightarrow \quad I_{C \rightarrow} = \beta \cdot I_B = 0A$$

→ le transistor est bloqué.

→ le courant traversant la lampe L1 est nul.

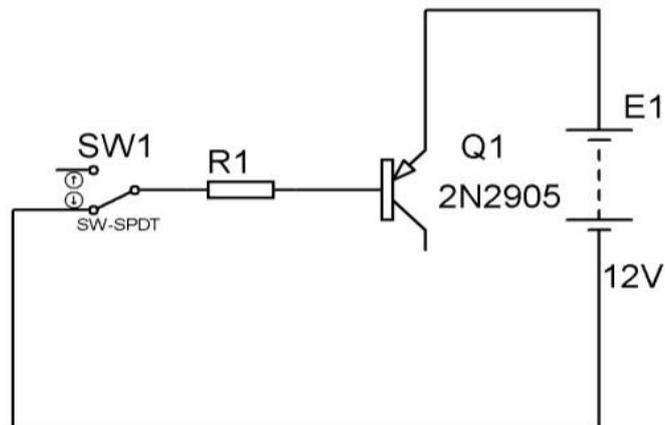
→ la lampe est éteinte.

2. interrupteur en position "basse"



Note: la tension V_{besat} est la tension mesurée à la jonction base-emetteur du transistor quand celui ci est saturée.

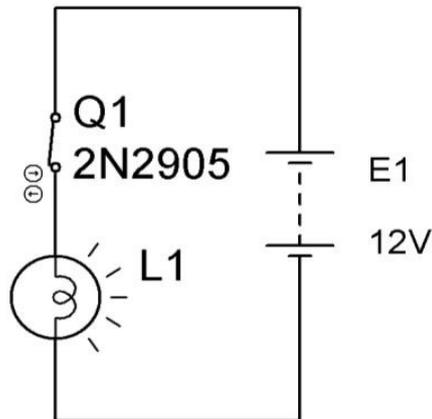
La maille ci dessous est constituée par SW1, R1 la jonction base-emetteur du transistor Q1 et la pile E1. Cette maille est fermée et possède un générateur. Un courant I_b peut donc circuler. Nous allons appliquer la méthode utilisée au "II" pour calculer la valeur du résistor R1.



Application de la méthode de calcul de I_{bsat} :

- on suppose le transistor Q1 saturé: $\rightarrow V_{ce} = 0V$.

La maille est fermée, il y a un générateur (E1) et un récepteur: le courant I_c peut circuler.



- Calcul de I_c sat

$$U_{E1} - U_{EC} - U_{L1} = 0V \rightarrow U_{L1} = U_{E1} - U_{EC}$$

$$U_{E1} = +12V$$

$$U_{CE} = 0V \text{ (transistor saturé)}$$

$$\rightarrow U_{L1} = +12V$$

$$\rightarrow I_c \text{ sat} = U_{L1} / R_{L1}$$

$$\rightarrow I_c \text{ sat} = +12 / 48 = 0,25 \text{ A}$$

$$I_c \text{ sat} = 0,25 \text{ A}$$

- Calcul de I_b sat

$$I_B = \frac{I_c \text{ sat}}{\text{béta mini}}$$

$$\rightarrow I_b \text{ sat} = +0,25 / 80$$

$$\rightarrow I_b \text{ sat} = 3,125 \text{ mA}$$

- Calcul de I_b (courant traversant réellement la base du transistor)

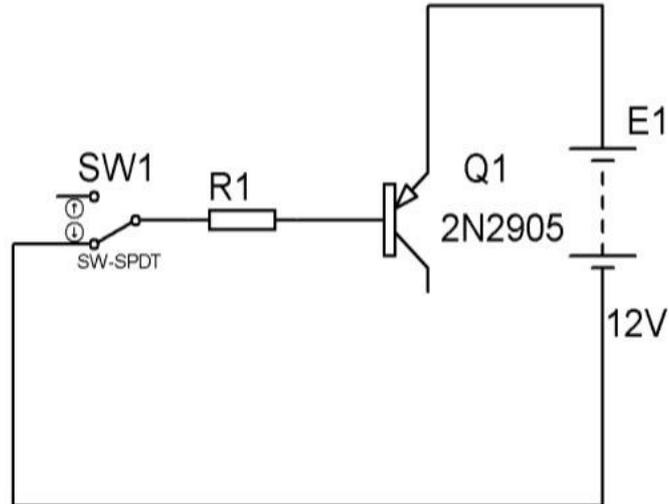
Nous connaissons maintenant la valeur minimum que doit avoir le courant I_b pour que le transistor Q1 soit saturé. Pour être sûr que cette valeur est atteinte on multiplie cette valeur par un coefficient de sécurité "K".

Nous prenons ici "K" = 2 (c'est une valeur courante).

$$I_b = k \cdot I_{b \text{ sat}} = 2 \times 3,125 = 6,25 \text{ mA}$$

Calcul de R1

La maille est fermée, il y a un générateur (E1), la jonction émetteur-base du transistor Q1, un résistor R1 et un interrupteur SW1 fermé: le courant I_c peut circuler.



$$U_{EB} = U_{BE \text{ sat}} = + 0,65V$$

$$U_{E1} = +12V$$

calcul de U_{R1}

→ A l'aide de la loi des mailles:

$$U_{E1} - U_{EB} - U_{R1} = 0V$$

$$\rightarrow U_{R1} = U_{E1} - U_{EB} = +12V - 0,65V = +11,35V$$

calcul de R1

A l'aide de la loi d'ohm:

$$U_{R1} = R1 \cdot I_b \rightarrow R1 = U_{R1} / I_b = (11,35) / (6,25 \cdot 10^{-3}) = 1816 \Omega$$

$$\underline{R1 = 1816 \Omega}$$

- choix d'une valeur normalisée de R1 Ua série E12 est la suivante:

E12:	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2
------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

La valeur du résistor choisi doit donc commencer par ces 2 premiers chiffres.

1816 Ω est donc compris entre 1800 Ω et 2200.

Je choisis la valeur la plus proche: 1800 Ω .

$$\underline{R1 = 1800 \Omega}$$