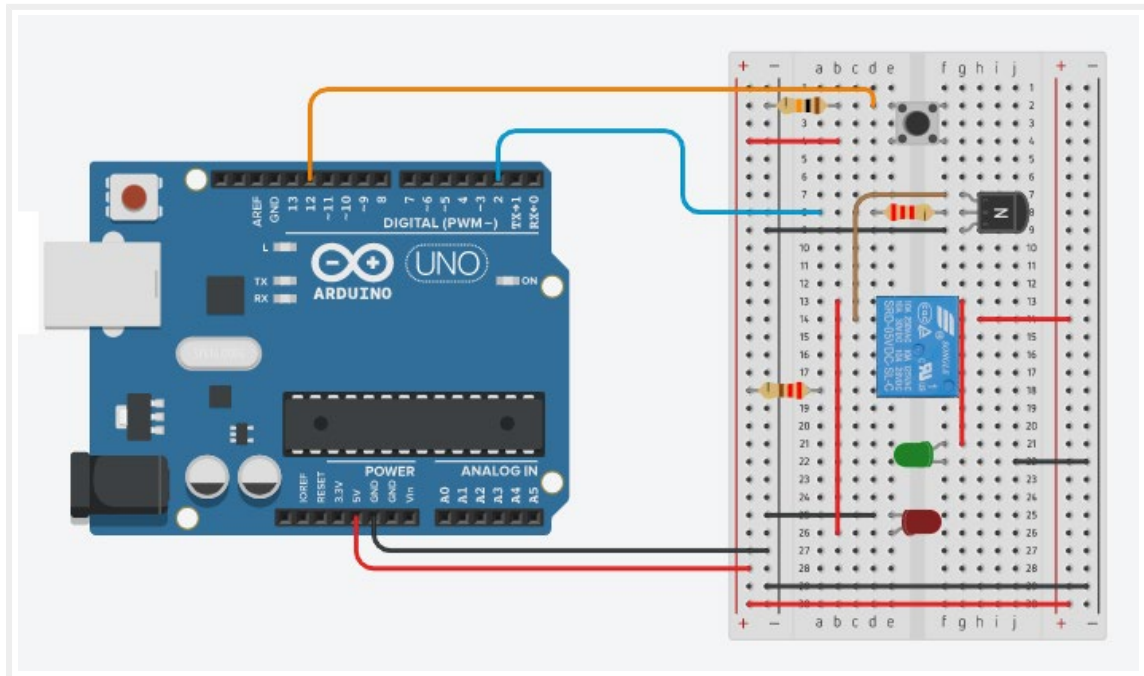


# Relais SPDT

(Commuter entre les allumages d'une DEL rouge et d'une DEL verte)



## . Liste des composants

- . 1 résistance de 10 k $\Omega$  (résistance du circuit du bouton poussoir)
- . 1 bouton poussoir
- . 1 transistor bipolaire NPN (BC547B)
- . 1 résistance de 2,2 k $\Omega$  (résistance du transistor)
- . 1 relais SRS-06VDC-SL
- . 1 DEL rouge
- . 1 DEL verte
- . 1 résistance de 220  $\Omega$  (résistance de protection des DELs)
- . 1 plaque d'essai
- . Fils de connexion

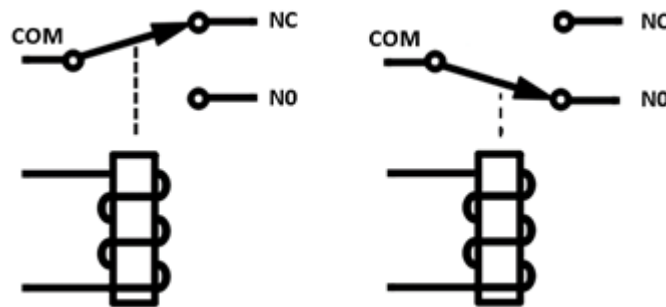
## . Objectif

L'objectif de cette activité est d'allumer la DEL rouge ou la DEL verte avec un bouton poussoir et un relais SPDT:

- bouton relâché : La DEL rouge est allumée et la DEL verte est éteinte,
- bouton appuyé : La DEL verte est allumée et la DEL rouge est éteinte.

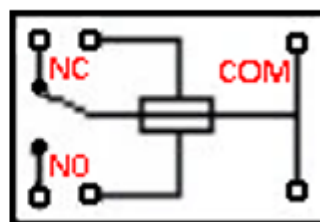
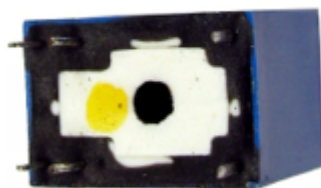
## . Les relais SPDT

Les relais SPDT (« Single pole double throw ») jouent le rôle d'un commutateur ou d'un interrupteur 2 voies. Ce type de relais comporte 5 connecteurs : en plus des deux connecteurs reliés à l'électroaimant, il y a un connecteur « COM » (commun), un connecteur « NC » (normally closed) et un connecteur « NO » (normally open).

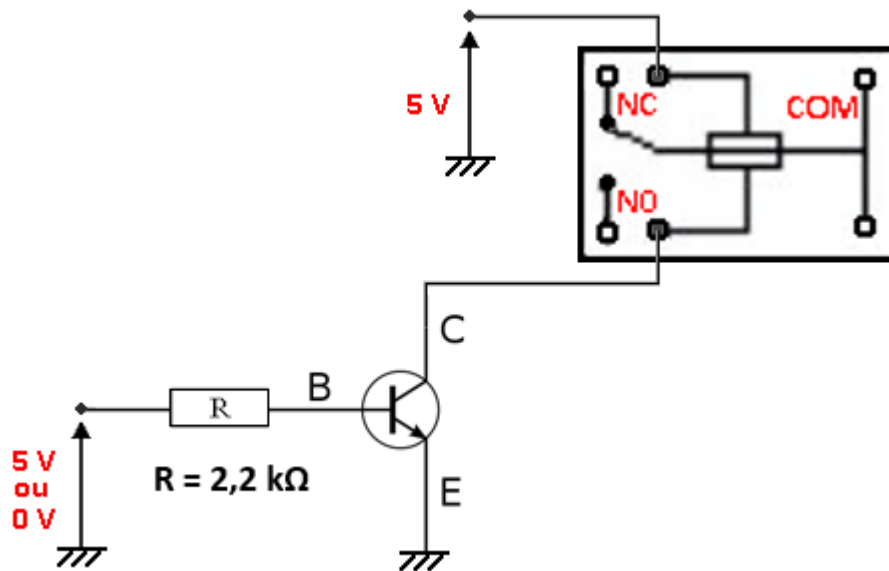


En absence ou en présence de courant circulant dans l'électroaimant, le connecteur COM est en contact avec le connecteur NC ou le connecteur NO.

Voici le schéma de câblage du relais SRS-06VDC-SL que nous allons utiliser (vue de dessous en absence de courant dans la bobine) :

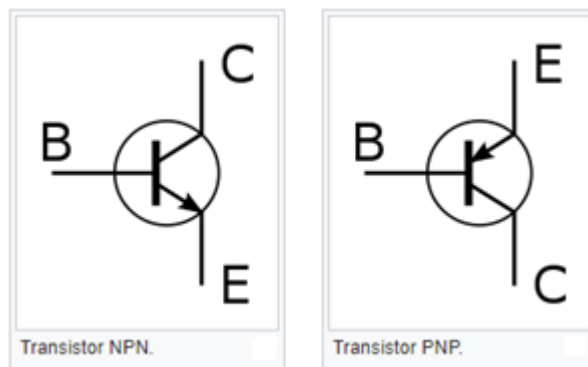


Pour commuter de la position NC à NO (courant circulant dans l'électroaimant), il faut ajouter un circuit de contrôle à notre relais . Pour cela, nous allons utiliser un transistor bipolaire NPN (BC547B) en mode interrupteur commandé avec le circuit suivant :



Les transistors bipolaires (BJT pour Bipolar Junction Transistor) sont des composants à trois broches, sur lesquelles on peut appliquer une tension électrique. Les trois broches portent les noms suivants: **Collecteur**, **Base** et **Émetteur**.

On distingue deux types de transistors bipolaires : les transistors NPN et les transistors PNP.



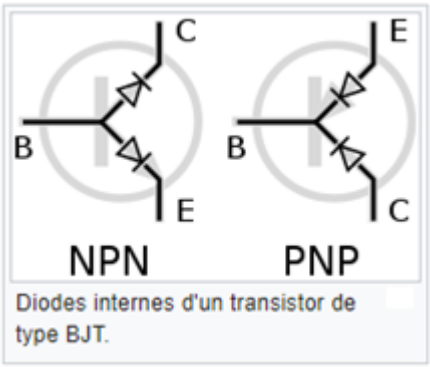
Il existe une tension entre chaque paire de broche, ainsi qu'un courant qui passe dans chaque broche. Cela fait en tout trois tensions notées  $V_{CE}$ ,  $V_{CB}$ ,  $V_{BE}$  et trois courants notés  $I_C$ ,  $I_B$  et  $I_E$ .

Ceux-ci sont reliés par les équations suivantes :

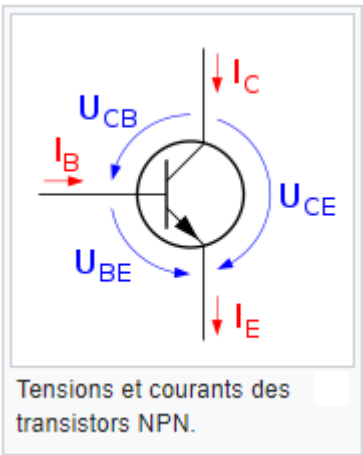
$$V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$$

$$I_E = I_B + I_C$$

On peut considérer, à quelques détails près, qu'un transistor est composé de deux diodes mises en série dans des sens opposés :



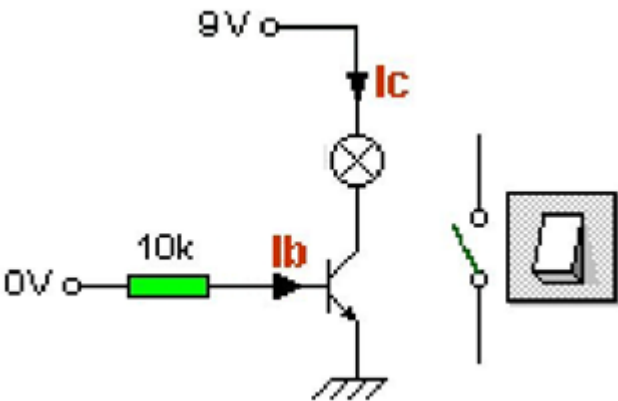
Le fonctionnement d’un transistor bipolaire NPN en interrupteur commandé consiste à activer la base, pour qu’elle permette au courant présent dans le collecteur de s’écouler jusqu’à l’émetteur.



Quand le courant de base est nul, le transistor est bloqué :

$$V_{BE} = 0 \rightarrow I_C = I_E = 0$$

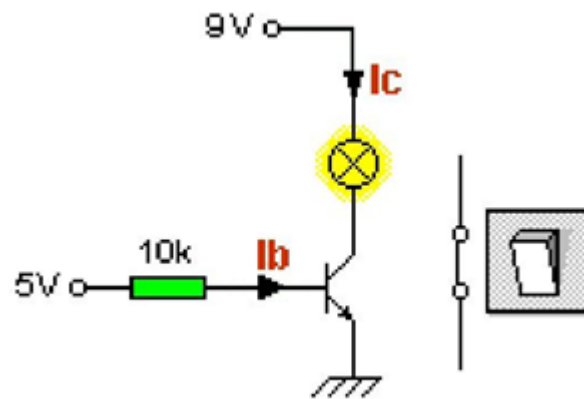
Il est équivalent à un interrupteur ouvert :



Quand le courant de la base est suffisant, le transistor est saturé :

- .  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$  (tension de seuil de la diode base-émetteur), le transistor est alors passant.
- . Pour être saturé, il faut que :  $I_b > I_c / \beta$  où  $\beta$  est le gain en courant du transistor ( $I_b \times \beta = I_c$ ), aussi souvent appelé Hfe dans les fiches techniques des constructeurs.

Le transistor est alors équivalent à un interrupteur fermé :



La résistance de la base doit être calculée pour avoir un courant  $I_b$  suffisant.

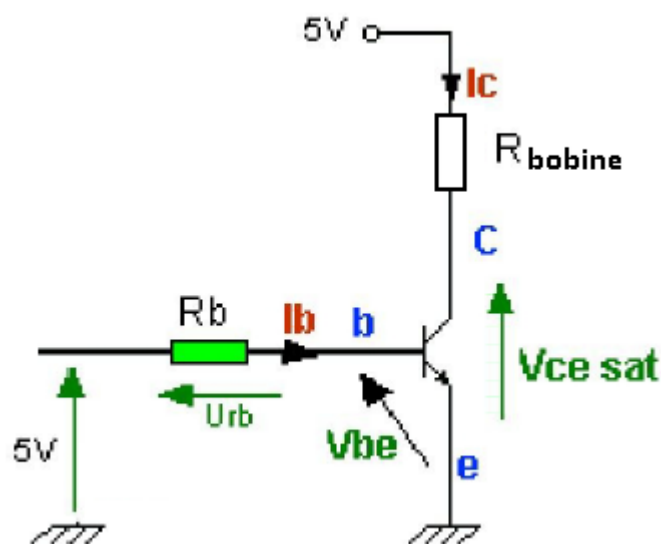
Avec le circuit de contrôle pour notre relais, on peut calculer la résistance de la base. En premier il faut déterminer le courant  $I_c$  :

$$I_c = U_{\text{bobine relais}} / R_{\text{bobine relais}}$$

$$. R_{\text{bobine}} = 120 \, \Omega$$

$$. U_{\text{bobine}} = 5 - V_{\text{ce sat}}$$

(La tension  $V_{\text{ce sat}}$  est proche de 0 V mais pas nulle.  $V_{\text{ce sat}} \approx 0,2 \text{ V}$ )

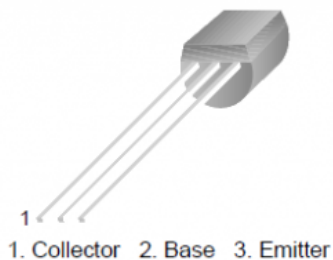


$$\text{Donc : } I_c = 4,8 / 120 = 0,04 \text{ A} = 40 \text{ mA}$$

Le courant de la base  $I_b$  doit être suffisant pour saturer le transistor:

$$I_b > I_c / \beta$$

D'après la documentation du constructeur du transistor **BC547B**,  $\beta$  est au moins égal à 200 :



## $h_{FE}$ Classification

Classification	A	B	C
$h_{FE}$	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Il faut donc :  $I_b \text{ min} = 40 / 200 = 0,2 \text{ mA}$

Connaissant  $I_b$ , il est maintenant possible de calculer  $R_b$  :

$$R_b = U_{Rb} / I_b$$

$$V_{BE} + U_{Rb} = 5 \text{ V} \text{ avec } V_{BE} = 0.7 \text{ V (tension de seuil de la diode)}$$

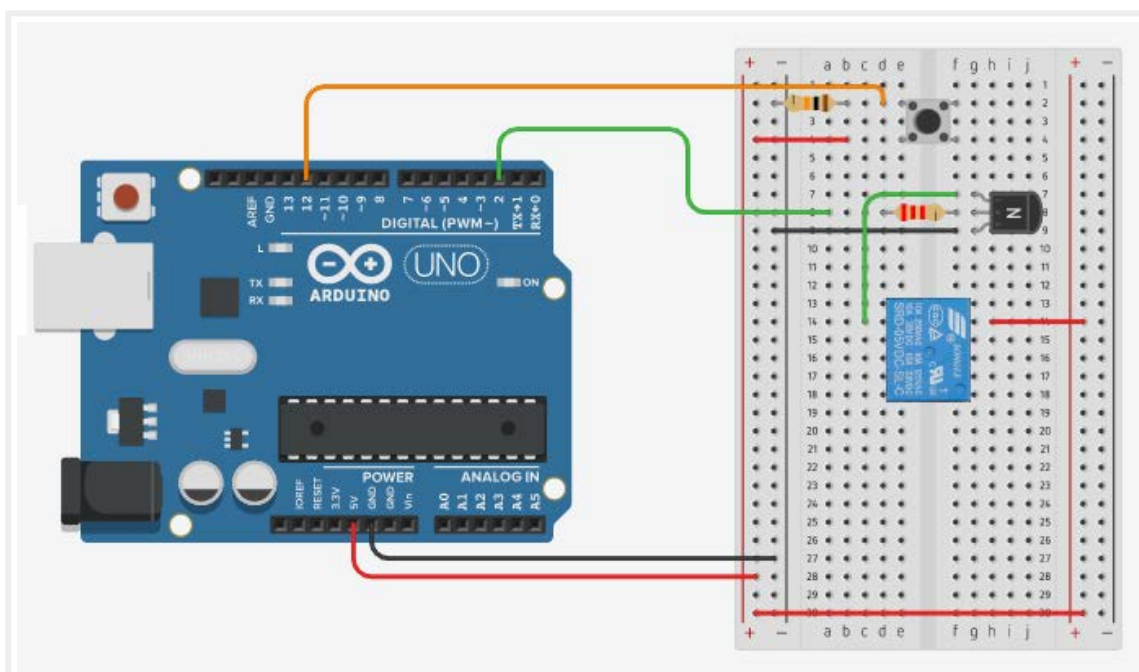
$$\text{Donc : } U_{Rb} = 5 - V_{be} = 5 - 0,7 = 4,3 \text{ V}$$

$$R_b = 4,3 / 0,2 \cdot 10^{-3} = 21\,500 \, \Omega = 21,5 \text{ k}\Omega$$

La résistance de la base doit donc être au maximum égale à 21,5 k $\Omega$  pour que le courant  $i_b$  soit au minimum de 0,2mA.

Dans notre circuit de contrôle du relais, la résistance  $R_b$  utilisée étant de 2,2 k $\Omega$ , le courant  $i_b$  est alors d'environ 2 mA.

Nous sommes donc assurés de saturer le transistor quand une sortie digitale de l'Arduino reliée à  $R_b$  est à un niveau haut (5V) et ceci sans danger pour la sortie de l'Arduino (rappel :  $I_{\text{max sortie}} = 20 \text{ mA}$ ), selon le circuit suivant :



Avec le même programme que pour le contrôle du relais SPST, il est possible de contrôler le relais SPDT (SRS-06VDC-SL) :

– bouton appuyé :

- Sortie digitale 2 à HIGH
- Le transistor est saturé
- Un courant circule dans la bobine du relais
- Le relais commute en position NO

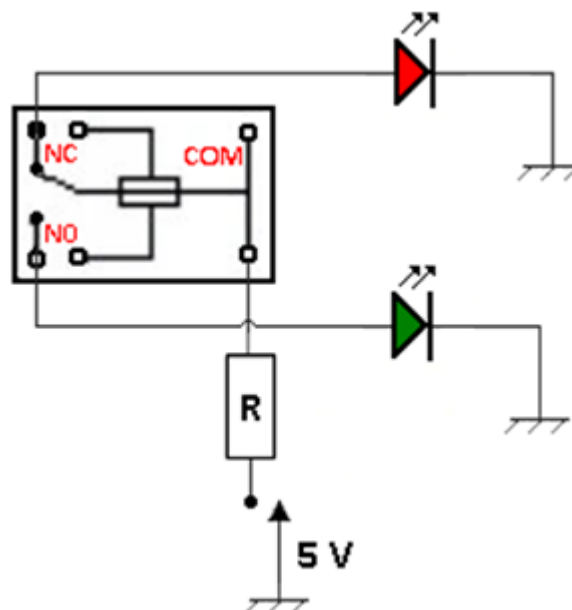
– bouton relâché :

- Sortie digitale 2 à LOW
- Le transistor est bloqué
- Aucun courant dans la bobine du relais
- Le relais commute en position NC

Le circuit de l'activité permet donc d'allumer la DEL rouge ou la DEL verte avec un bouton poussoir et le programme de contrôle d'un relais :

- bouton relâché : La DEL rouge est allumée et la DEL verte est éteinte,
- bouton appuyé : La DEL verte est allumée et la DEL rouge est éteinte.

Le circuit de puissance est alors (relais vu de dessous) :



Avec  $R = 220 \, \Omega$

Voici [le code](#) permettant de contrôler un relais SPDT avec un bouton poussoir :

#### Relais

```
// Déclaration des constantes et variables

const int buttonPin = 12;
const int relayPin = 2;

// Initialisation des entrées et sorties

void setup()
{
    pinMode(relayPin, OUTPUT);
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}

// Fonction principale en boucle

void loop()
{
    int buttonState = digitalRead(buttonPin);

    if (buttonState == 1)
    {
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(relayPin, LOW);
    }
    delay(10);
}
```



### **Déroulement du programme :**

– 1. Déclaration des constantes et variables :

**. const int buttonPin = 12**      (broche du bouton poussoir)

**. const int relayPin = 2**      (broche du relais)

– 2. Initialisation des entrées et sorties :

**. Initialisation de la broche du relais en sortie,**

**. Initialisation de la broche du bouton poussoir en entrée.**

– 3. Fonction principale en boucle :

**. Lecture de l'état logique de la broche du bouton poussoir**

**. Mise à jour de la valeur de la broche du relais en fonction de la valeur de la broche du bouton poussoir :**

– bouton appuyé (buttonState =1) : broche du relais à HIGH

– bouton relâché (buttonState =0) : broche du relais à LOW