

## Přípravy na kroužek Mechatronika – KA6(A2d)

### 6. lekce – tranzistory, regulace motorů stavebnice Merkur Minisumo, rozsvěcení LED po stisku kombinace tlačítek

#### Tranzistory

Tranzistory jsou polovodičové součástky s PN přechodem podobně jako diody. Podobně jako diody plní v el. obvodu specifické úlohy:

#### Použití tranzistorů:

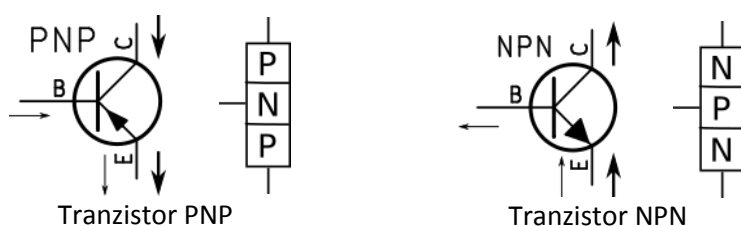
- zesílení vstupního signálu
- jako spínač ovládaného zařízení v obvodu

Výhoda použití tranzistorů k těmto účelům je, že **pomocí velmi malého proudu** v ovládací části el. obvodu **můžeme kontrolovat mnohonásobně větší proud** protékající přes zátěžovou část obvodu.

Pro účely práce se stavebnicí Merkur se budeme zabývat tzv. **bipolárními** tranzistory použitými zde jako **spínače**. **Bipolárními** se nazývají, protože elektrony musí při průchodu tranzistorem **projít dvěma vrstvami materiálu** (vrstvou P a vrstvou N). Vedle bipolárních existují ještě tranzistory **unipolární**, kterými se zabývat nebudeme.

Narozdíl od diod není jejich architektura dvouvrstvá ale **třívrstvá**.

#### Můžeme je rozdělit do dvou základních typů:



Ovládání zátěže u bipolárních tranzistorů probíhá pomocí proudu protékajícího **mezi emitorem (E) a bází (B) tranzistoru** – znázorněno slabými šipkami. Vlastní proud zátěže pak protéká mezi kolektorem **(C) a emitorem (E) tranzistoru** – zobrazeno silnými šipkami.

Rozdíl v obou typech je pouze v polaritě napětí připojovaného napájecího zdroje a tedy směru průchodu el. proudu. **Šipka** u značky tranzistoru znázorněje jednak jeho typ a také **potřebný směr průchodu el. proudu**.

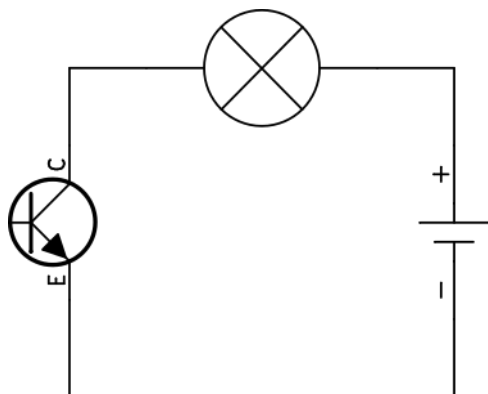
Šipky zobrazují **skutečný směr** průchodu el. proudu, slabé šipky zobrazují **řídící proud** protékající mezi bází a emitorem, silné šipky zobrazují **ovládaný proud** protékající mezi emitorem a kolektorem.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

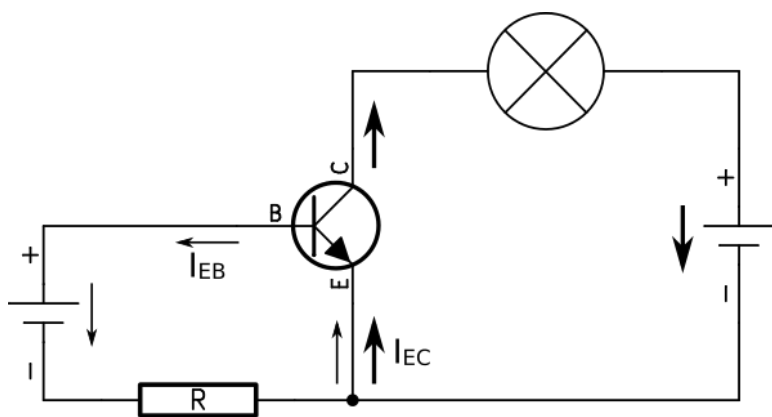
Pro **dohodnutý směr el. proudu** (od kladného pólu zdroje k zápornému) zapojíme tranzistor tak, aby tento dohodnutý směr byl **shodný** se směrem, který ukazuje šipka.

Budeme-li počítat se **skutečným směrem průchodu el. proudu** v obvodu (od záporného pólu zdroje ke kladnému), musí šipka v zapojení ukazovat vždy **proti směru** el. proudu.

**Schéma zapojení tranzistoru jako spínače:**



V tomto stavu neprotéká mezi emitorem a bází tranzistoru žádný řídicí proud, tranzistor je **uzavřen** a žárovka nesvítí.



Přivedeme-li na bázi tranzistoru napětí, začne mezi emitorem a bází tranzistoru protékat proud. Pokud bude tento proud dostatečně veliký, dojde k **otevření** tranzistoru, mezi jeho emitorem a kolektorem nyní bude protékat el. proud a žárovka se rozsvítí.

Přitom platí, že:  $I_{EB} \ll I_{EC}$

**Malým proudem tedy ovládáme velkou zátěž (žárovku). Jelikož proud protékající přes bázi tranzistoru je malý, používá se k jeho omezení zapojení s rezistorem.**

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**V souvislosti s bipolárními tranzistory používáme několi pojmů:**

$U_{CE} (V_{CE})$  – maximální dovolené napětí mezi kolektorem a emitorem.

$U_{CB} (V_{CB})$  – maximální dovolené napětí mezi kolektorem a bází.

$U_{EB} (V_{EB})$  – maximální dovolené napětí mezi emitorem a bází.

$I_C$  – maximální dovolený proud protékající přes kolektor.

**Tyto hodnoty nesmí být překročeny, jinak dojde k poškození tranzistoru. Zejména hodnota  $U_{EB}$  bývá velmi malá.**

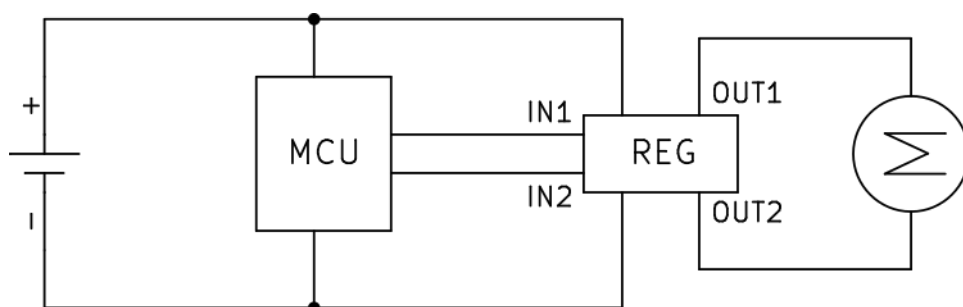
Ukázka datového listu tranzistoru:

<http://www.gme.cz/img/cache/doc/210/018/bipolarni-tranzistor-bc337-25-datasheet-1.pdf>

### Regulátor motoru TA7291SG

Jelikož nemůže být motor ve stavebnici kvůli nízké proudové zatížitelnosti napojen přímo na MCU, je napojen na MCU prostřednictvím **regulátoru**. **Regulátor TA7291SG** je diskrétní elektronická součástka, která má vstupy pro přívod napájení motoru, dva řídicí vstupní vývody a dva vývody pro připojení motoru.

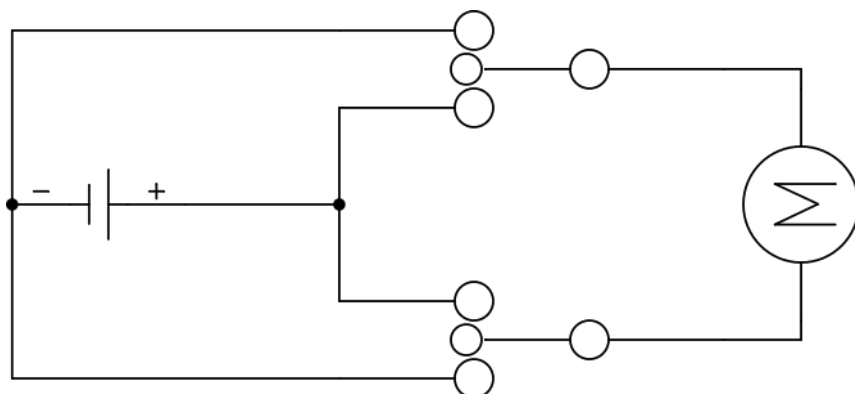
**Schema zapojení s regulátorem:**



Regulátor je řízený mikrokontrolérem AVR. Na základě toho, jaký signál posílá MCU na jeho vstupy **IN1** a **IN2**, se motor nachází v jednom ze čtyřech režimů.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zjednodušeně se dá princip regulátoru popsat na zapojení s přepínači:



Podle toho, jak jsou přepínače nastaveny, motor buď stojí, otáčí se jedním nebo druhým směrem.

Vstup		Výstup		Režim motoru
IN1	IN2	OUT1	OUT2	
0	0	$\infty$	$\infty$	STOP
1	0	H	L	otáčí se vpřed
0	1	L	H	otáčí se vzad
1	1	H	H	BRZDA

$\infty$  - režim velkého el. odporu

H – max. napětí

L – 0 (zem)

Maximální hodnota napětí je 25 V a proud 1 A pro stálou zátěž a 2 A pro krátkodobou zátěž.

Datasheet regulátoru:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/215391/TOSHIBA/TA7291SG.html>

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Rozsvěcení LED po stisku kombinace tlačítek**

Vezmeme program z lekce 4 a budeme ho modifikovat následujícím způsobem:

```
#include <avr/io.h>

int main(void)
{
    DDRC |=(1<<PORTC0);
    PORTB |=( (1<<PORTB3) | (1<<PORTB2) | (1<<PORTB1) | (1<<PORTB0));
    uint8_t key = 0b00001010;
    while(1)
    {
        if (PINB==key) {
            PORTC |=(1<<PORTC0);
        } else {
            PORTC &=~(1<<PORTC0);
        }
        return 0;
    }
}
```

Místo jednoho **PULL-UP** rezistoru jsme je nastavili pro všechny přepínače na desce. Následně definujeme **proměnnou key**, která nese potřebnou kombinaci nastavení přepínačů pro rozsvícení **LED**. Podmínkou **if** pak zjišťujeme, jestli je potřebná kombinace nastavená a rozsvěcíme a zhasínáme LED.

**Ve zbylé části lekce budeme pokračovat v sestavování robota Merkur dle návodu z lekce 3.**

**Vypracoval Radek Zvěřina. Použité materiály: [www.gme.cz](http://www.gme.cz).**