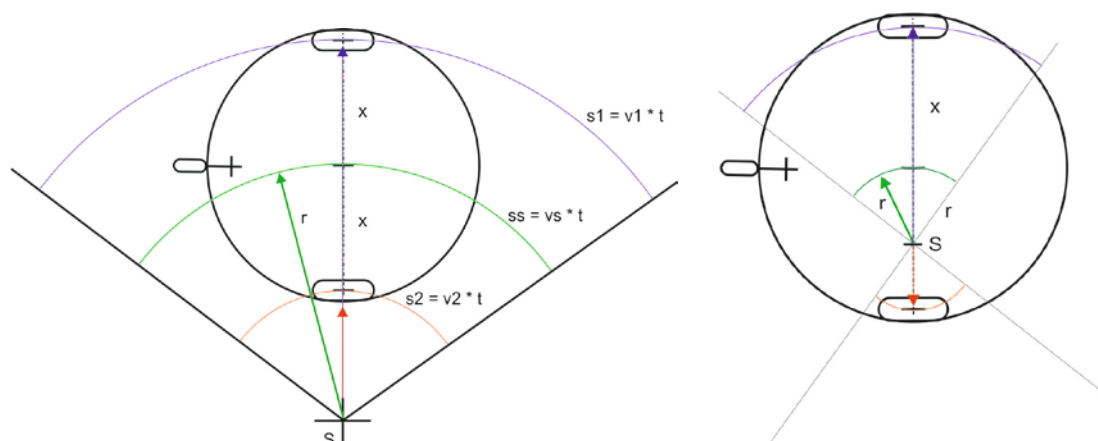


Odometrie s řízením rychlosti motorů pomocí PWM



Vzorce pro výpočet konstanty nastavení duty pro instrukci pwmout

Jízda po poloměru větším než 83 mm

$$\text{duty} = 1023 * (r - 83)/(r + 83)$$

pro poloměr menší než 83 mm jízda protichodem

$$\text{duty} = 1023 * (83 - r)/(83 + r)$$

doba jízdy je

$$t = 6.28 * r * \text{úhel}/360 * v_{\max}$$

pro 12V napájení robota je $v_{\max} = 0.3$ mm/ms

doba jízdy je pak

$$t = 6.28 * r * \text{úhel}/108$$

Jedno kolo musí jet plnou rychlostí, pro niž je duty = 1023. Druhé kolo jede podle poloměru otáčky s vypočtenou konstantou duty podle výše uvedených vzorců, kde konstanty mají tento význam:

t [ms] doba jízdy aby se ujel požadovaný úhel

duty [-] je bezrozměrná konstanta ro určení PWM napájení motoru

r [mm] poloměr zatáčky diferenciálního podvozku

Pro přesnou regulaci rychlosti otáčení motorů používáme PWM (šířkově pulsní) řízení otáček, přesněji PWM snižuje rychlost oproti maximální rychlosti motoru při duty 100 (trvalé napájení). $\text{duty} * U_{\text{nap}} = U$ na motoru. Protože je závislost otáček motoru na napětí lineární a duty určuje kolik procent periody frekvence PWM je napětí na výstupu PWM U_{nap} , jsou tedy i otáčky lineárně závislé na duty cyklu PWM. Jsou-li otáčky n_{\max} = otáčkami při napájení motoru napětím U_{nap} , pak otáčky řízené PWM jsou otáčky $n = n_{\max} * \text{duty}$.

Prvním způsobem řízení rychlosti motoru pomocí PWM jsme se již setkali, když jsme pro přesně rovnou jízdu na větší vzdálenost cyklicky dobržďovali (vypínali) rychlejší motor. Takto jsme vlastním programem generovali PWM řízení napětí pro rychlejší motor tak, aby jely oba motory stejně rychle. Toto řízení není z pohledu efektivního řízení jízdy dobré.

Proto budeme pro PWM řízení využívat PWM obvody integrované v mikrokontroléru (procesoru). Pokud chceme programovat PWM řízení obvody procesoru, můžeme použít například basic instrukci *pwmout*.

pwmout pwmdiv64, pin, 255, duty

Bude-li procesor PICAXE20M2 pracovat s hodinovým kmitočtem 4 MHz (default kmitočet), musíme použít v instrukci *pwmdiv64*, aby PWM generování pracovalo správně.

pin – u PICAXE20M2 můžeme použít nezávisle piny **B.1** (OUT1), **C.2**(IN2), **C.3**(IN3), nebo **C.5** (IN5). Aktivujeme-li PWM instrukcí PWMOUT, tyto piny se automaticky nastaví jako výstupy PWM.

255 – tento parametr nastavuje frekvenci PWM generátoru přibližně na 61 Hz

duty – 0 – 1023 je 0 – 100 % (0 - 1) duty cyklu – počet procent periody, po kterou je výstup PWM v H

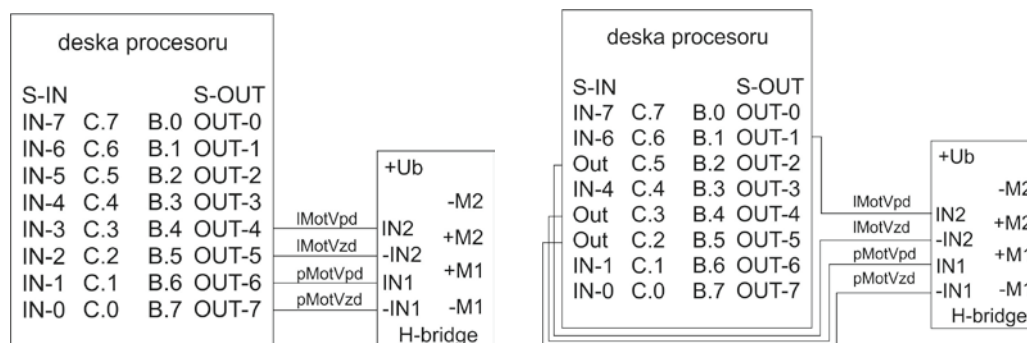
Instrukce *pwmout* pracuje nezávisle na běhu hlavního programu. Tedy i v případě, že použijeme v hlavním programu například instrukci pause, kdy hlavní program nic neprovádí do chvíle, než se tato instrukce dokončí.

Úplné vypnutí napájení (výstup PWM se převede trvale do L) příkazem

pwmout pwmdiv64, pin, 0, 0

Tento příkaz je také ideální pro vytvoření korekce jízdy rovně vpřed. Jak již bylo prezentováno, regulaci napětí pomocí PWM lze provádět s přesností a krokem lepším, než 0.1% .

Chceme-li využít *pwmout* instrukci při programování přes flowcharty, nedokážeme do instrukce uložit parametr *pin*. Obsahuje tečku, kterou se nám do flowchartu nepodaří napsat. Tento nedostatek lze obejít, když do flowchartu nakopírujeme celou instrukci i s parametry přes clipboard (schránku) operačního systému z libovolného textu pomocí CTRL/C a CTRL/V z textového souboru.



Poznámka: Když jsme řídili motory pomocí digitálních signálů H a L, propojovali jsme signálové vstupy H-bridge, nebo desky spínačů obvykle na signálové výstupy desky procesoru OUT-0 až OUT-7 (například tak, jak je naznačeno na obrázku vlevo).

Pro řízení pomocí PWM výstupů mikrokontroléru nelze využít jeho libovolné vývody. PWM je řízeno obvody mikrokontroléru. Instrukce *pwmout* nakonfiguruje příslušné vývody sama tak, aby se staly právě výstupy PWM signálu (jak bylo popsáno výše).

instrukce

pwmout pwmdiv64, pin, 255, 1023

instrukce má stejný účinek jako

high pin

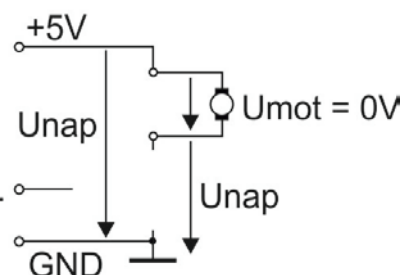
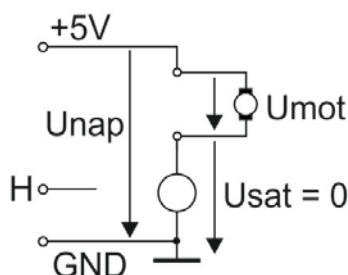
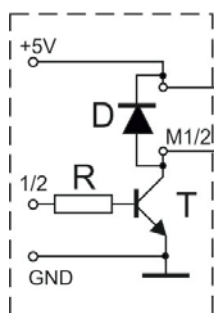
podobně instrukce

pwmout pwmdiv64, pin, 0, 0

má stejný účinek jako

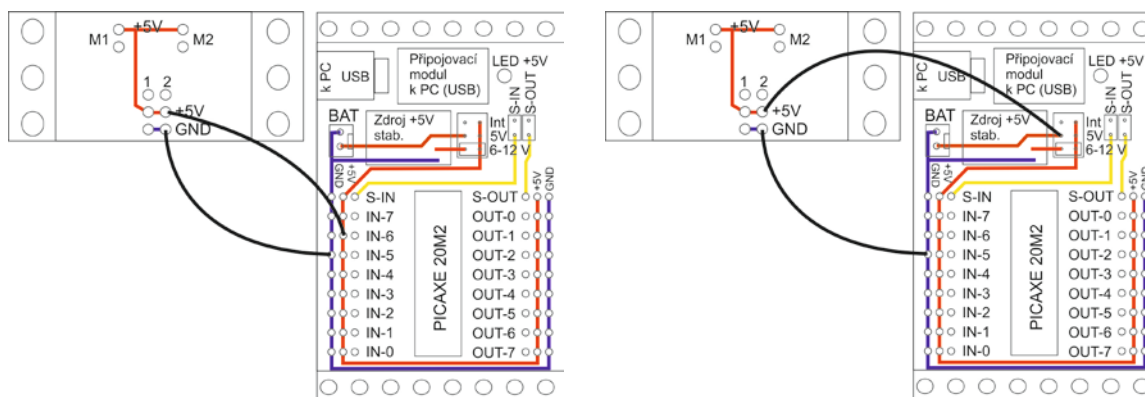
low pin

Deska spínačů



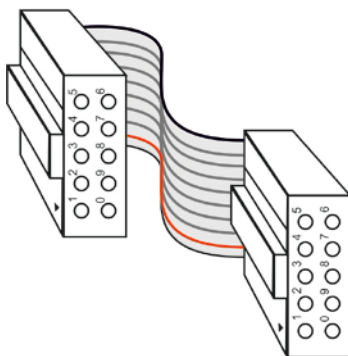
Je na čase se podrobněji podívat na činnost desky spínačů. Její zjednodušené schéma vidíme na obrázku vlevo (přesněji jedné její polovičky, protože na desce jsou dva identické spínače). Skutečná deska má na místě tranzistoru použitou dvojici tranzistorů v Darlingtonově zapojení. Toto zapojení pouze zvětšuje proudový zesilovací činitel spínacího tranzistoru a na funkci nemá vliv. Dioda na desce chrání spínací tranzistor, je-li spínaná indukční zátěž, tedy například motor. Pozor! Přetížíme-li desku spínačů, připojením například výkonnějšího motoru apod., dojde ke zvýšení spínaného proudu. Překročí-li spínaný proud 1A, může dojít ke zničení desky spínačů. Pak je třeba vyměnit oba tranzistory za nové.

Obrázek uprostřed ukazuje náhradní zapojení obvodu, je-li tranzistorový spínač sepnut. Motor běží a úbytek napětí na spínacím tranzistoru je dán jeho saturačním napětím U_{sat} . Na motoru je tedy napájecí napětí mínus toto saturační napětí.

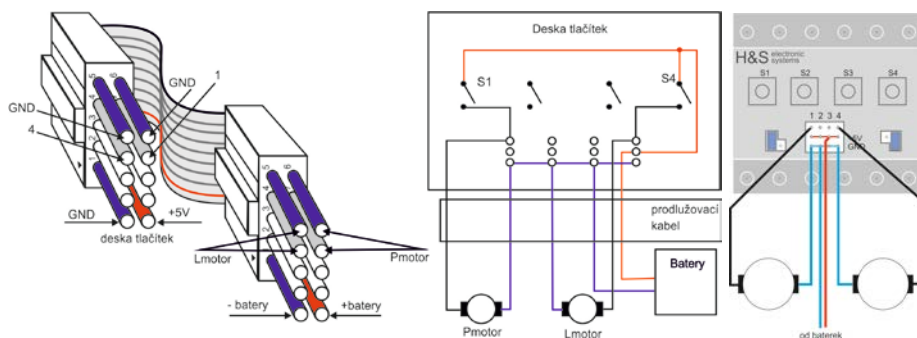


Díky vnitřnímu zapojení desky spínačů lze připojit tyto spínače na +5V (obrázek vlevo) i +12V (obrázek vpravo). To přináší výhodu, že motory mohou být napájením 12 V a tedy mohou běžet větší rychlostí. Protože naše motory jsou vyrobeny pro napájecí napětí 12 V, není problém toto zapojení využívat. Stačí použít baterypack na 12V. To umožňuje mnohem širší rozsah regulace otáček motorů. Jaké je napájecí napětí motorů při použití desky spínačů? Je to $5 - 0.7 \text{ V} = 4.3 \text{ V}$ při napájecím napětí desky spínačů 5V. Při napájení z baterypacku 12V, je $12 - 0.7 \text{ V} = 11.3 \text{ V}$. Pokud propojíme motory přímo na 12V baterypack, je rychlost motorů nejvyšší.

Poznámka: Prodlužovací kabel má na obou stranách konektory. Je realizován pomocí plochého kabelu. Jedna žíla tohoto kabelu je červená. To je pro nás důležité. Podíváme-li se na konektory prodlužovacího kabelu, mají na sobě na jedné širší straně výstupek, kterému se říká klíč. Díváme-li se na konektor ze strany dutinek (dírek) klíč máme nahoře, pak záleží na tom, na které straně máme červenou žílu kabelu. Vlevo nahoře je dutinka číslo 1, která je připojena přímo na červenou žílu kabelu. Jak je ukázáno na obrázku, dutinky se stejným číslem jsou na kabelu vzájemně propojeny. Díky tomu se dá velmi přesně poznat, co je přesně propojeno kabelem.

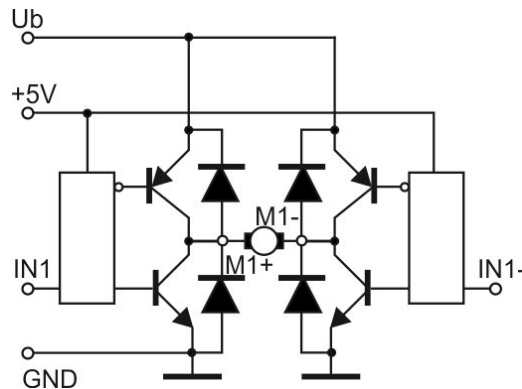


Ukážeme si to na následujícím příkladu. Propojíme přímo desku tlačítek přes prodlužovací kabel k baterypacku a motorům podvozku. Tak si můžeme vyzkoušet, jak se řídí diferenciální podvozek. Můžeme si ukázat, jakou maximální rychlostí se může motor pohybovat při napájení přímo z baterií. Motory je třeba připojit tak, aby po stisku tlačítka jel motor dopředu. Jede-li do zadu, musíme jeho konektor na kabelu otočit (vodiče vedoucí k motoru mezi sebou na konektoru přehodit). Abychom vše správně propojili, můžeme to udělat podle následujícího obrázku.

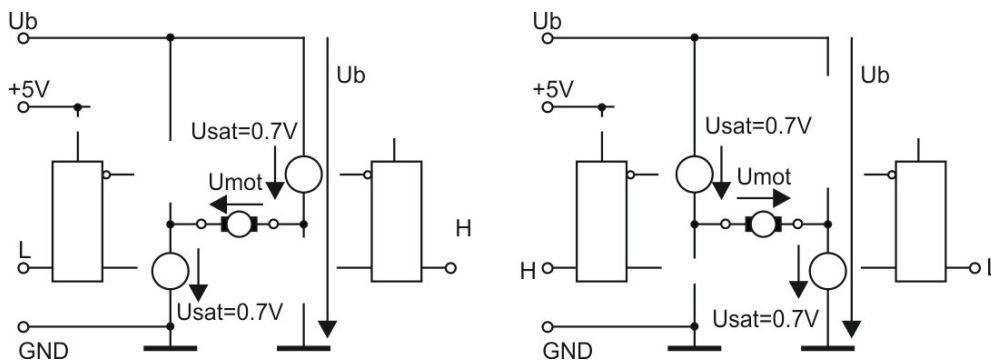


Deska H-bridge

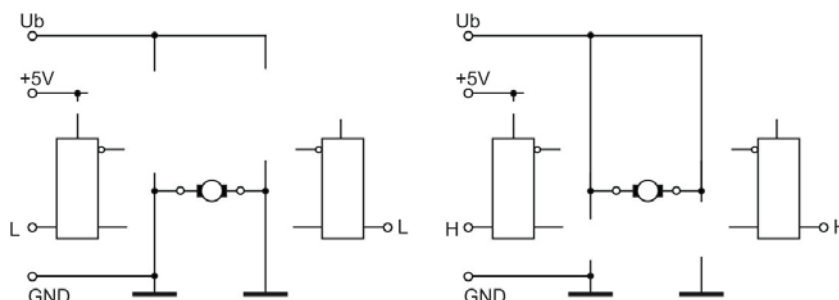
H-bridge (H-most) je zapojení spínače, který umožňuje spínat jednu zátěž a dovede k ní připojovat napájecí napětí obou polarit. Nejčastěji se používá pro spínání motorů. Umožňuje tak měnit směr otáčení motoru (obrázek vlevo).



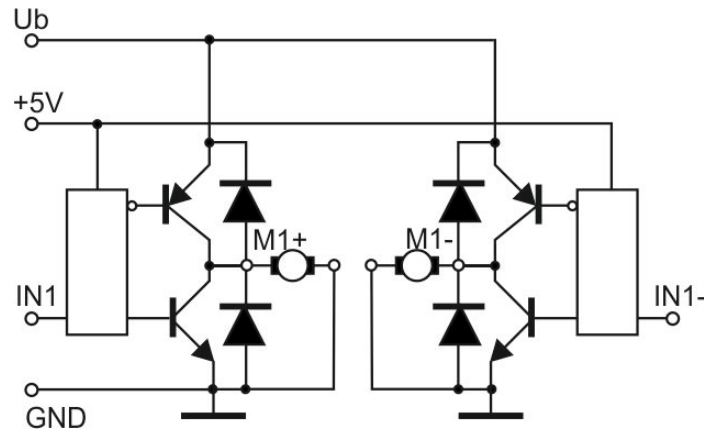
Na obrázku vidíme, jak to lze pomocí H-bridge realizovat a navíc je zde ukázáno, jak se uplatňují spínače na snížení napětí připojeného k motoru. Zde je příklad H-bridge pro proudy do 2 A s bipolárními tranzistory. Pro vyšší spínací proudy do řádově 10 A se využívají mosty se spínači s unipolárními tranzistory. Pro nás v této chvíli není podstatný rozdíl mezi nimi. Princip činnosti je shodný. Pokud se nachází oba vstupy mostu v L, nebo v H, je připojený motor v režimu brždění – jeho svorky jsou prakticky zkratovány a motor tak funguje jako dynamická brzda, čímž se podstatně zkracuje doba zastavení motoru. Princip brždění je na následujícím obrázku.



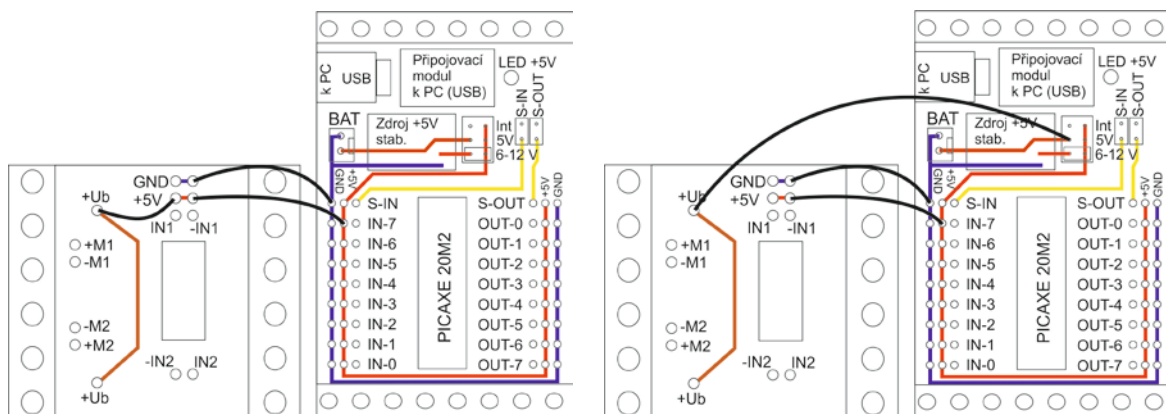
Poznámka: Každý motor, pokud odpojíme od napájení a otáčí-li se, se chová jako dynamo nebo alternátor. Vyrábí elektrickou energii. Pokud ji z něj začneme odebírat (to je i v případě zkratu, kdy je odběr maximální), výkon, který je odebírán brzdí motor (zákon zachování energie).



H-mostem lze, ovšem také spínat dva motory bez reverzace otáček, jak ukazuje následující obrázek.



Deska H-bridge obsahuje dva identické H-bridge pro spínání proudu do 2A. Deska H-bridge je napájena dvěma zdroji napájecího napětí vzájemně spojenými vývody GND. Zdroj +5V je nutný pro činnost logiky řízení obvodů řídících činnost H-bridge. Druhý zdroj je zdroj U_b , který může mít napětí až 30 V. Je to napájecí napětí pro napájení vlastního mostu, tedy napětí pro napájení motorů. POZOR! Obě napětí musí být k mostu připojena. V opačném případě může dojít ke zničení integrovaného obvodu. Diody zde opět slouží pro ochranu tranzistorových spínačů mostů proti indukčním špičkám při spínání indukční zátěže (motorů).



Desku H-bridge můžeme použít, jak již bylo zde ukázáno pro řízení dvou motorů vpřed a vzad, nebo ji můžeme použít pro řízení 4 motorů pro jízdu jedním směrem (jako desku spínačů).