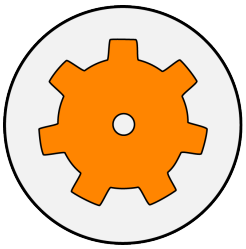
Jak začít programovat čipy (ESP32)

Jaroslav Páral
Jakub Streit
Rudolf Hlaváček
a další



ROBOTÁRNA

www.robotarna.cz

za kolektiv autorů
Miroslav Burda
editor

dokumentace@robotikabrno.cz

verze 0.73

Obsah

Kapitola 1

Začínáme

1.1 Cíl: první robot

Tento text je určen pro začátečníky a mírně pokročilé v oblasti stavby autonomních robotů – převážně středoškoláky v prvním ročníku, kteří se pokoušejí postavit svého prvního autonomního robota, nejčastěji pro nějakou soutěž[1]. Protože byl sepsán na pracovišti Robotárna[2] (pobočka DDM Helceletka Brno), jsou některé části určené především členům jeho kroužků. Ale většina textu je použitelná všeobecně.

JP: Testovací poznámka k prvnímu slovu ve větě - autor Jarek Páral (JP)

Každý robot se musí

- vyrobit (mechanická část – konstrukce)
- osadit elektronikou, motory a pod.
- naprogramovat

Přitom můžou nastat zhruba dvě situace:

- Nemám žádné znalosti a zkušenosti → doporučený postup je začít ve školním kroužku nebo samostatně stavět a programovat robota z *Lego Mindstorms*[3]. Je to daleko nejjednodušší a nejrychlejší cesta, omezení jste cenou stavebnice a jejími možnostmi.

[1] Robotiáda v Brně: http://www.robotiada.cz/, Robotický den v Praze http://robotickyden.cz/

[2] http://www.helceletka.cz/robotarna

[3] https://www.lego.com/cs-cz/mindstorms

- Už jsem někdy něco naprogramoval nebo zapojil nebo postavil a chci jít dál → potom je pro vás určen tento text. Jednotlivé kapitoly se věnují různým oblastem, které je postupně potřeba zvládnout (nebo jimi pověřit jiného člena týmu) s důrazem na začátečnické problémy.

1.1.1 Týmy pro stavbu robotů

Už bylo zmíněno, že stavba robotů zahrnuje tři propojené, ale relativně nezávislé okruhy: návrh a výrobu mechanické konstrukce, návrh a zapojení elektroniky a programování. Proto je dobré roboty stavět v týmech, kde se jednotliví členové zaměřují na tyto oblasti a navzájem se doplňují. Navíc každý tým potřebuje řadu pomocných činností (nákup součástek, vyhledávání údajů na internetu a pod.). Je dobré mít proto v každém týmu ještě pomocníka, který podporuje ostatní a umožňuje jim soustředit se na jejich hlavní úkoly.

Úplně ideální potom je, když každou funkci v týmu zastávají dva lidé, takže se mohou vzájemně zastupovat. Tým by potom měl celkem osm členů – dva mechaniky, dva elektroniky, dva programátory a dva pomocníky. To se ale v praxi téměř nikdy nepodaří. Často nastane právě opačný případ, kdy tým má pouze dva nebo tři členy, kteří se o všechny činnosti musí nějak podělit.

V každém případě ale platí, že je výhoda, pokud lidé v týmu znají i věci mimo jejich „hlavní obor“, tj. když například programátor zná základy elekroniky.

1.1.2 Postup návrhu robota

1. stanovit, co by měl robot splnit – přibližně
2. sepsat, co by měl robot splnit – podrobně (klidně i více stran A4), z toho vyplyne
3. zjištění, jaké senzory a pohony robot potřebuje a kde budou na robotovi umístěné
4. návrh první konstrukce robota včetně umístění senzorů a pohonů
5. zprovoznění toho všeho – **hlavní cíl tohoto textu**

Začátečníci obvykle tuto posloupnost nedodrží a pak staví mechaniku pro 3 a více robotů, než zjistí, že je to dost práce navíc. A taky dost času navíc, který potom před soutěží může chybět.

1.1.3 Co potřebujete na začátku

Hardware:

- notebook nebo počítač s operačním systémem Windows 7 a novějším nebo Linux (pro starší počítače např. aktuální distribuci Xubuntu, Lubuntu, Mint)
- desku s čipem, např. DevKit ESP32[4]
- vývojovou desku ALKS[5]
- výhledově cokoli dalšího, co chcete tím čipem řídit (serva, ultrazvuk, senzory a motory všeho druhu ...)

Software:

- *Visual Studio Code* – viz kapitola 1.1.4
- *PlatformIO* – viz kapitola 1.1.4

Veškerý zde popisovaný a doporučovaný software je freeware.

Znalosti:

- běžná práce se soubory ve vašem operačním systému (hledání, kopírování, mazání, ...)
- základy programování C++ (viz kapitola 2.1.1) a příkazy C++ pro čipy (viz kapitola 2.2)
- velmi se hodí schopnost porozumět textu psanému v jednoduché angličtině)
- základy elektroniky – viz kapitola 3

Taky se hodí vědět, že:

- veškeré zelené a modré odkazy a slova jsou proklikávací (s výjimkou barevného zvýraznění syntaxe[6] ve zdrojových textech jazyka C++)
- na konci textu je (klikací) obsah
- těsně před obsahem je (také klikací) rejstřík

[4] varianta: jinou vývojovou desku, např. Arduino Uno, Arduino nano, ...

[5] `https://github.com/RoboticsBrno/ArduinoLearningKitStarter`
NUTNÁ AKTUALIZACE Hotová deska vás hlavně ze začátku zbavuje nutnosti vědět, co si můžete dovolit kam připojit a hlavně nutnosti vůbec nějaké připojování čehokoliv řešit.

[6] syntaxe – způsob zápisu daného jazyka, barevný zápis je mnohem přehlednější

- v žádném textu o elektronice a robotice nemůže být všechno, pokud zde něco nenajdete, použijte např. Google

1.1.4 První projekt

Postup

Pokud s programováním čipů začínáme, čekají nás tyto úkoly:

1. nainstalovat prostředí *Visual Studio Code*
2. do VS Code nainstalovat tzv. *PlatformIO*
3. založit nový projekt
4. napsat zdrojový kód, přeložit a dostat jej do čipu

Toto vše podrobněji probereme na dalších řádcích.

Nainstalovat Visual Studio Code

Visual Studio Code (zkráceně VS Code) je něco jako textový editor, speciálně navržený pro programátory čehokoliv. Instalujte podobně jako každý jiný program, stahujte zde: https://code.visualstudio.com/

Nainstalovat PlatformIO

PlatformIO je ten software, který umožní program v C++ přeložit tak, aby ho čip pochopil a taky ho do čipu umí nahrát. Instalace podle návodu zde: http://docs.platformio.org/en/latest/ide/vscode.html#installation

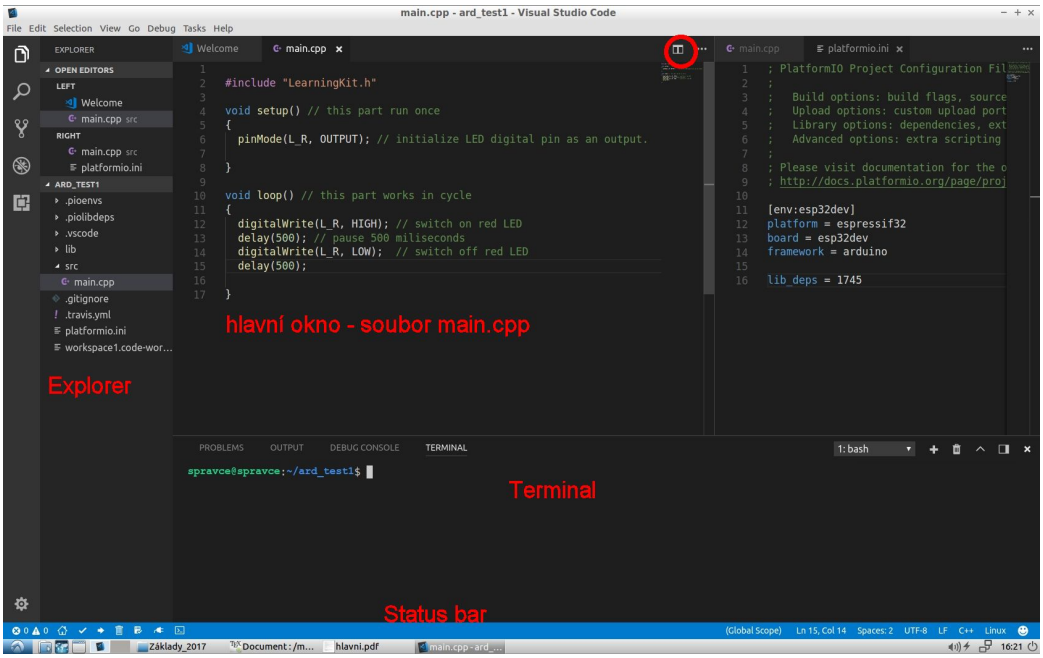
Založit nový projekt

Program (ne)píšete jen do jednoho souboru, ale aby vše fungovalo, potřebujete povícero dalších souborů, které dohromady tvoří tzv. **projekt**. Tyto soubory jsou mezi sebou hodně provázané a navíc vázané na konkrétní místo uložení, takže vám po překopírování na jiný počítač pravděpodobně program nepůjde přeložit a nebo nahrát do čipu. Řešení: uložit celý projekt na flešku. Na novém počítači založit nový projekt a potřebné části zdrojového kódu kopírovat pomocí Ctrl+C, Ctrl+V.

1. Založte nový projekt z ikonky „domeček“ – viz http://docs.platformio.org/en/latest/ide/vscode.html#quick-start.
2. Do kolonky *Board* se musí vybrat správná deska. Desek je přes 400 a jsou rozdělené do sekcí řazených podle abecedy vyznačených šedivou barvou. V sekcích jsou potom jednotlivé desky řazené taky abecedně. Pro čip ESP32 najdete sekci *Espressif32* a v ní položku *Espressif ESP32 Dev Module*. Kolonka *Framework* se potom vyplní automaticky.
3. Zbývá vybrat adresář, do kterého bude projekt uložen. Tento adresář si předem vytvořte, s adresářem vytvářeným za pochodu má VS Code kdovíproč problém. Odškrtněte zatržítko *Use defalut folder* a zvolte vytvořený adresář.

Pro Linux Lubuntu: projekt musí být uložen na pevném disku, ne na flešce, jinak prostě nepojede, netuším proč.

Napsat zdrojový kód, přeložit a dostat jej do čipu



Obrázek 1.1: Rozložení oken v programu *VS Code*

Obrázek 1.1 na straně 8 ukazuje rozložení oken v rámci projektu. Hlavní okno rozdělte na dvě části pro zobrazení dvou upravovaných souborů pomocí ikony v kroužku. Začínáme v okně **Explorer**, kde je umístěna adresářová struktura projektu[7]. Otevřete soubory *platformio.ini* a v adresáři *src* soubor *main.cpp*.

Pro pohodlnou práci s deskou ALKS byla napsaná tzv. knihovna *LearningKit*. Aby fungovala, musí být do souboru *platformio.ini* dopsán řádek `lib_deps = 1745` (bez mezery na začátku řádku) a do záhlaví souboru *main.cpp* doplňte `include "LearningKit.h"` Dále dopište do souboru *main.cpp* kód, který bliká červenou LED. Vše je vidět na obrázku 1.1. Celý zdrojový kód tohoto prvního programu (obsah souboru *main.cpp*) je uveden v kapitole 2.3.

Teď budou potřeba další dvě části VS Code: terminál (okno vpravo dole) a stavový řádek (Status bar – proužek pod terminálem). Na stavovém řádku klikněte na ikonu šipky[8] (pátá zprava) a *PlatformIO* se pokusí váš program přeložit a nahrát do čipu. Pokud chcete program pouze přeložit, klikněte na ikonu zatržítko[9] hned vedle.

Při prvním pokusu nahrát program do čipu na Linuxu může mít *PlatformIO* problém, že nenajde USB spojení na desku s čipem a vyžaduje ho doistalovat. Zpráva[10] se objeví se v terminálu včetně nápovědy,[11] jak to udělat. Nápověda je ale tak podrobná, že to středně poučený linuxový laik s pomocí internetu zvládne. Při všech dalších překladech už to nebude problém.

Další programy budou uvedeny v kapitole 2.3.

1.1.5 Základní pojmy – čipy

Datasheet

Datasheet je dokument, ve kterém jsou detailně popsány vlastnosti a možnosti dané elektronické součástky. Každá součástka má svůj datasheet.

[7] Pokud toto okno není vidět, zobrazíte ho v menu *View* položka *Explorer*

[8] totéž provede Ctrl+Alt+U

[9] totéž provede Ctrl+Alt+B

[10] `Warning! Please install ‘99-platformio-udev.rules‘`

[11] https://raw.githubusercontent.com/platformio/platformio/develop/scripts/99-platformio-udev.rules

Datasheet pro každou součástku je možné najít na internetu[12] nebo na stránkách výrobce nebo prodejce součástky. Bohužel jsou všechny datasheety anglicky.

Mikroprocesor, mikrokontrolér

Mikroprocesor, mikrokontrolér, čip znamenají totéž – integrovaný obvod, který se snažíme naprogramovat, aby řídil robota nebo jeho část.

Pin je vývod (nožička) čipu. Jednoduché čipy (např. ATtiny) mají osm pinů, složitější čipy mají 32, 40, nebo také 100 pinů.

Pin může být nastavený jako vstupní nebo jako výstupní.

Pokud je pin nastavený jako **vstupní**, umí určit, zda na něm je napětí odpovídající logické jedničce (5 V nebo 3,3 V podle typu čipu) nebo logické nule (0 V) . Také umí přečíst, jaké je na něm analogové napětí.

Pokud je pin nastavený jako **výstupní**, umí se nastavit na logickou jedničku nebo logickou nulu.

Bity a bajty

Každá číslice ve dvojkové soustavě reprezentuje jeden **bit** (nabývá hodnot 0 nebo 1).

Osm bitů dohromady tvoří **bajt**. Nejnižší bit v bajtu leží vpravo (tzv. **nultý bit**), další je nalevo od něj (první bit), až do sedmého bitu, který je nejvíce vlevo.

[12] například na stránce www.datasheetcatalog.com

Kapitola 2

Programovací jazyk C++

2.1 Základy syntaxe v jazyce C

2.1.1 Základní pojmy

Upozornění: V jazyce C++ se **rozlišují velká a malá písmena**.

příkaz – povel pro procesor, říká procesoru, co má dělat. Příkazy probíhají postupně, nejprve se udělá jeden a pak další, který je na řadě. Za příkazy dáváme středník (;).

syntaxe – „pravopis“ programovacího jazyka, říká, jak psát příkazy programovacího jazyka tak, aby nám počítač rozuměl

preprocesor – před samotným překladem programu do **.hex* souboru proběhnou tzv. direktivy preprocesoru (něco jako příkazy, podrobně .

Příklady: `#include <>` – pro vkládání hlavičkových souborů
`#include ""` – pro vkládání vlastních hlavičkových souborů
`#define KONSTANTA HODNOTA_KONSTANTY` – pro definici konstanty, všude kde se v kódu vyskytne text `KONSTANTA` bude tento text nahrazen `HODNOTA_KONSTANTY`

proměnná – je místo v paměti, kde jsou uložena nějaké data

datový typ – říká nám, v jaké podobě jsou data v proměnné uložena. V proměnné jsou pouze jedničky a nuly, Pomocí datového typu mikrokontrolér pozná, jestli ta data jsou čísla, nebo znak, v jakém rozsahu jsou čísla, atd... používané datové typy:

`uint8_t` – celá čísla od 0 do 255
`int8_t` – celá čísla od -127 do 127
`uint16_t` – celá čísla od 0 do 65535
`int16_t` – celá čísla od -32767 do 32767
`uint32_t` – celá čísla od 0 do 4294967296
`int32_t` – celá čísla od -2147483647 do 2147483647

operandy – jsou čísla nebo výrazy, které „vstupují do operace“

operátory – nám říká, jaké operace provedeme s operandy (co s nimi uděláme)

Příklad: `5 + 2`, přitom `5` a `2` jsou operandy a znaménko plus je operátor, který nám říká, že čísla chceme sečíst (provést operaci sečítání)

poznámka – cokoliv se objeví v kódu mezi znaky `/*` a `*/`, tak je poznámka a bude před překladem odstraněno z kódu.

Pokud chceme zapoznámkovat pouze jeden řádek, použijeme `//`

Příklady:

```
/* Vse co je napsano zde
je poznamka a nebude prekladano.
*/

// Toto je poznamka, ktera popisuje funkci kodu
```

2.1.2 Výrazy a operátory

Výraz je něco co nabývá nějaké hodnoty, např.: `5 + 3` je výraz, který nabývá hodnoty `8`. `5 > 3` je výraz nabývající hodnoty `true` neboli pravda, `x <= 10` je výraz který je pravdivý, pokud proměnná `x`(kterou musíme mít deklarovanou) menší nebo rovna číslu `10`.

Aritmetické operátory

`+` sčítání
`-` odčítaní
`*` násobení
`/` dělení

Operátory inkrementace a dekrementace

pokud chceme zvýšit hodnotu proměnné o jedničku, napíšeme `++název_proměnné`;
pokud chceme snížit hodnotu proměnné o jedničku, napíšeme `--název_proměnné`;
Příklad:

```
uint8_t i = 5;  // Vytvoření proměnné i a dosazení hodnoty 5 do ní.
uint8_t j = 42; // Vytvoření proměnné j a dosazení hodnoty 42 do ní.

++i;  // Hodnota i se zvýší o jedničku na číslo 6.
--j;  // Hodnota j se sníží o jedničku na číslo 41.
```

Logické výrazy a operátory

Přehled logických operátorů:
`==` porovnání - rovnost
`!=` porovnání - nerovnost
`&&` logický součin
`||` logický součet
`!` negace
`<` menší než
`<=` menší nebo rovno
`>` větší než
`>=` větší nebo rovno

Logický výraz může nabývat pouze dvou hodnot – pravda (true) a nepravda (false). Obvykle je nepravda reprezentovaná nulou a pravda každým nenulovým číslem. Logické výrazy se používají v podmínkách (viz např. 2.1.3)
.
Logické operace se používají při vyhodnocování logických výrazů.
Příklady:
`a == b` výraz je pravdivý, pokud se `a` rovná `b`
`a != b` výraz je pravdivý, pokud se `a` nerovná `b` lze to napsat i konkrétněji, např.: `a != 5`, výraz je pravda pokud se `a` nerovná `5`, pokud se rovná výsledkem výrazu je nepravda(false) `b > c` výraz je pravdivý, pokud je `b` větší než `c`
`b >= d` výraz je pravdivý, pokud je `b` větší nebo rovný `d`

`!(a > b)` výraz v závorce je pravdivý, pokud je `a` větší než `b`, ale pak je negováno(z pravdy se stává nepravda a naopak), tj. celý výraz je nepravdivý, pokud je `a` větší než `b`, pokud je a menší nebo rovno, tak je výraz pravdivý.

`!(a == b)` výraz `(a == b)` je negován znaménkem `!`, to znamená, že výraz je pravdivý, pokud se výraz `a` nerovná výrazu `b`, v podstatě se to dá napsat i takto: `a != b`
Pozor: negace výrazu `(a > b)`, tj. `!(a > b)` není to samé jako výraz `(a < b)`, ale správně je to `(a <= b)` [1]

Logický součin `&&` se používá, pokud budeme potřebovat spojit dva nebo více výrazů dohromady, např.: `(a > b)&&(c == d)`, výsledkem tohoto výrazu bude logický součin výrazů v závorkách, pro logický součin platí, že je pravda pokud oba výrazy jsou pravdivé, jinak je výsledek nepravda, tj. zde bude pravda pouze pokud bude `a` větší než `b` a zároveň bude platit, že `c` se rovná `d`. Logický součin použijeme, pokud musí všechny výryzy být pravda.
Logický součet `||` je pravdivý, pokud alespoň jeden výraz je pravdivý. Např.: `(e <= f)||(g != 3)` výraz bude pravda, pokud bude platit, že `e` je menší nebo roven `f`, nebo bude platit, že `g` se nerovná `3`, anebo klidně budou platit oba výrazy.

2.1.3 Nejčastější příkazy C++

Přiřazovací příkaz

Použijeme, pokud chceme, aby se do proměnné uložila nějaká data.
Syntaxe:
```
datový_typ název_proměnné;
```

syntaxe vkládání:
```
název_proměnné = hodnota_která_se_má_uložit;
```
Data do proměnné můžeme vložit rovnou při vytváření proměnných:
```
datový_typ název_proměnné = hodnota;
```
Příklad: `uint8_t b = 5;` Vytvoří se proměnná pojmenovaná `b` (která je v rozsahu od 0 do 255) a uloží se do ní číslo `5`.

[1] Platí zde určité zákonitosti viz De Morganovy zákony

`int16_t B;` Vytvoří se proměnná `B`. `B` není to samé jako `b`, protože jazyk C rozlišuje VELKÁ a malá písmena.
`B = 1024;` Do proměnné B se uloží hodnota 1024;

Blok příkazů

Pokud chceme někam dát více příkazů, ale můžeme tam dát pouze jeden příkaz, tak je dáme do složených závorek Příklad:

```
{
  PŘÍKAZ1;
  PŘÍKAZ2;
  PŘÍKAZ3;
}
```

Podmiňovací příkaz (`if`)

Použijeme, pokud chceme, aby se program mohl rozhodnout na základě nějaké podmínky.
syntaxe:

```
if(PODMÍNKA)
  PŘÍKAZ1;
else
  PŘÍKAZ2;
```

Pokud platí `PODMÍNKA` v kulaté závorce, vykoná se `PŘÍKAZ1`, pokud neplatí, vykoná se `PŘÍKAZ2`. Za `if` nebo `else` může být pouze jeden příkaz, pokud jich tam chceme dát více, použijeme blok. Větev `else` je nepovinná.
Příklad:

```
if(a > 5) // Pokud platí, že
          //proměnná a je větší něž 5, tak se
{
  b = a;  // do proměnné b uloží hodnota, která je v proměnné a
  c = 2;  // do proměnné c se uloží číslo 2.
} // Pokud podmínka neplatí, tak se nevykoná nic.
```

podmínka může být výraz např.:

```
a > 5 // podmínka bude platit,
      // pokud proměnná a je větší než 5
```

podmíněné příkazy lze vnořovat - v bloku příkazů může být další if Příklad:

```
if(PODMÍNKA1)
{
  PŘÍKAZ1;
  if(PODMÍNKA2)
  {
    PŘÍKAZ2;
  }
  PŘÍKAZ3;
}
else
{
  PŘÍKAZ4;
}
```

Pokud platí `PODMÍNKA1` tak se vykoná `PŘÍKAZ1`, pak se zkontroluje `PODMÍNKA2`, pokud platí, tak se vykoná `PŘÍKAZ2`, pokud ne, program pokračuje dál a vykoná `PŘÍKAZ3`. V případě, že neplatí ani `PODMÍNKA1`, tak se blok příkazů přeskočí a vykoná se blok příkazů za `else`, tj. `PŘÍKAZ4`.
Je tu možnost také do větve `else` napsat daší `if else`, vypadá to takto:

```
if(PODMÍNKA1)
{
  PRÍKAZ1;
}
else
{
  if(PODMÍNKA2)
  {
    PRÍKAZ2;
  }
  else
  {
```

```
    PRÍKAZ3;
  }
}
```

Pokud platí `PODMÍNKA1`, tak se vykoná `PŘÍKAZ1`, pokud ne, tak se zkontroluje `PODMÍNKA2`, pokud platí tak se vykoná `PŘÍKAZ2`, pokud neplatí, tak se vykoná `PŘÍKAZ3`. Výše zapsaný kód sice bude fungovat, ale není přehledný, a proto z důvodu lepší orientace v kódu zvolíme tento zápis:

```
if(PODMÍNKA1)
{
  PRÍKAZ1;
}
else if(PODMÍNKA2)
{
  PRÍKAZ2;
}
else
{
  PRÍKAZ3;
}
```

Příkaz několikanásobného větvení (`switch`)

Pokud by takto zapsaných podmínek bylo moc a vztahovali by se k jedné řídící proměnné lze použít příkaz několikanásobného větvění neboli switch. Tak například místo zápisu:

```
if(a == 1)
{
  PŘÍKAZ1;
}
else if(a == 2)
{
  PŘÍKAZ2;
}
else if(a == 3)
{
```

```
  PŘÍKAZ3;
}
else if(a == 4)
{
  PŘÍKAZ4;
}
else
{
  PŘÍKAZ5;
}
```

Lze napsat:

```
switch(a)
{
  case 1:
    PŘÍKAZ1;
    break;
  case 2:
    PŘÍKAZ2;
    break;
  case 3:
    PŘÍKAZ3;
    break;
  case 4:
    PŘÍKAZ4;
    break;
  default:
    PŘÍKAZ5;
    break;
}
```

Čím se to celé zjednodušuje.

Cyklus `for` (cyklus řízený proměnou)

Tento cyklu použijeme, pokud předem známe kolikrát se má opakovat určitá operace Syntaxe:

```
for(řidící_proměnná; podmínka; zvýšení_nebo_snížení_hodnoty_proměnné )
{
  PŘÍKAZ1;
  PŘÍKAZ2;
}
```

Příklad:

```
for(uint8_t i=0; i<4; i++)
{
  rozsvit_ledku();
  pockej_sekundu();
  zhasni ledku();
}
```

Co tento kód udělá? Dejme tomu, že máme už předem vytvořené funkce `rozsvit_ledku()`, atd... Potom cyklus udělá následující: vytvoří proměnnou `i` datového typu `uint8_t` (celá čísla od `0` do `255`), uloží do ní číslo `0`. Potom zkontroluje podmínku, zda je proměnná `i` menší než `4`, pak se provedou příkazy či funkce v těle cyklu, tj. rozsvítí se LED-dioda, bude svítit jednu sekundu, a pak zhasne. Pak se provede příkaz `i++`, ten zvýší hodnotu proměnné o jednu, tj. na číslo `1`. Potom se kontroluje znovu podmínka, zdali je proměnná `i` (která má teď hodnotu `1`) menší než `4`, atd... Celkem se tělo cyklu vykoná čtyřikrát.

Cyklus `for` lze použít i bez proměnné, podmínky a zvýšení hodnoty, potom bude probíhat donekonečna. Příklad: `for(;;)`

```
{
  rozsvit_ledku();
  pockej_sekundu();
  zhasni ledku();
}
```

Tento cyklus bude dělat to samé, co předchozí, s tím rozdílem, že to bude dělat donekonečna a nebude se ptát na podmínku.

Použití v programu pro robota: Nekonečný cyklus, ve kterém se kontrolují podmínky, zda je na čáře, zda je před ním soupeř, zda má udělat to či ono.

Cyklus `while` (cyklus s podmínkou na začátku)

Použijeme, pokud nebudeme vědět kolikrát mají proběhnout příkazy a funkce v těle cyklu. Syntaxe:

```
while(podmínka)
{
  PŘÍKAZ1;
  ...
}
```

Příklad:

```
while(!je_tlacitko_stiskle())
{
  ujed_1_cm();
}
```

Tento cyklus bude stát, dokud nezmáčkneme tlačítko. Vyžaduje mít předem naprogramovanou funkci `ujed_1_cm()` a `je_tlacitko_stiskle()`.

2.1.4 Funkce a procedury

Pokud se nám v zdrojovém kódu opakují dokola stejné příkazy, můžeme vytvořit funkce nebo procedury, které potom voláme a které nám usnadní kód. syntaxe:

```
datový_typ_který_funkce_vrací název_funkce(datový_typ_parametru1
parametr1, datový_typ_parametru2 parametr2)
// Parametry jsou nepovinné
{
  PŘÍKAZ1; // Nepovinné příkazy
  PŘÍKAZ2;
  return HODNOTA_KTEROU_FUNKCE_VRACI;
  // Za return se napíše výraz, který funkce vrací.
}
```

Příklad:

```
// Funkce na sčítání dvou čísel, každé od 0 do 255.
uint16_t umocni(uint8_t zakl, uint8_t exp)
{
  uint16_t vys = 1;
  if(exp > 0)
  {
    for(uint8_t i = 0; i < exp; i++)
    {
      vys = vys * zakl;
    }
  }
  return vys;
}
```

pokud někde v programu použiji funkci `secti(10, 2)`, tak výsledkem bude, jako bych napsal `10*10`, tj. `100`. Příklad:

```
c = umocni(a, b); // Do proměnné c se uloží b-tá mocnina čísla a.
```

procedura – je vlastně funkce, jen s tím rozdílem, že procedura má datový typ `void` a nemá `return` (tj. nevrací žádnou hodnotu).
Příklad:

```
void rozsvitLedku()
{
  DDRB |= (1<<PB0); /* Co dělá tento příkaz nemusíte zatím řešit,
   pak se k tomu dostaneme.
   */
}
```

Pokud někde v programu napíšu `rozsvitLedku()`, tak se rozsvítí LEDka na robotovi.
tělo funkce main – všechny příkazy, které jsou mezi složenými závorkami, se po zahajení programu postupně vykonají

2.1.5 Knihovny

Vlastní knihovny

prog:knihovna Z funkcí a procedur se mohou vytvářet soubory pro usnadnění práce. Těmto souborům se říká **knihovny** . Soubory mají koncovku *.h* Příklad: `avr/io.h` `moje_knihovna.h`

Vlastní knihovnu poté mohu vložit direktivou `#include` Příklad:

```
#include "moje_knihovna.h"
```

Příklad takové knihovny je v kapitole 2.3.7 na straně 28.

Použité knihovny

Pro práci s mikrokontroléry budeme potřebovat některé už vytvořené knihovny. Příklad: Knihovna `Arduino.h` zavádí příkazy pro práci s čipy ATMega a ESP32. Knihovna `Learningkit.h` rozšiřuje možnosti předchozí knihovny o pohodlnou práci s deskou ALKS.

2.2 Příkazy C++ pro čipy

2.3 Příklady programů v C++

Ve všech příkladech níže je uveden vždy obsah souboru *main.cpp*. Text předpokládá, že nad příklady budete samostatně přemýšlet a učit se z nich, proto se to, co bylo řečeno u prvního příkladu, už neopakuje u druhého. Doporučuji projít soubory *LearningKit.h* a *LearningKit.cpp* (viz v Exploreru adresář *.piolibdeps/ArduinoLearningKitStarter_ID1745/src*), protože jsou v nich zkratky typu `L_R` a jejich přiřazení pinům čipu.

Zdrojové soubory všech příkladů z této kapitoly jsou umístěny zde.

Další příklady jsou na `http://wall.robotikabrno.cz` a `https://www.arduino.cc/reference/en/`.

2.3.1 Blikání LED

Program bliká červnenou LED.

```
#include "LearningKit.h"

void setup() // this part run once
{
  pinMode(L_R, OUTPUT); // initialize LED digital pin as an output.
}

void loop() // this part works in cycle
{
  digitalWrite(L_R, HIGH); // switch on red LED
  delay(500); // pause 500 miliseconds
  digitalWrite(L_R, LOW);  // switch off red LED
  delay(500);
}
```

2.3.2 LED zapínaná tlačítkem

Žlutá LED zapínaná tlačítkem.

```
#include "LearningKit.h"

void setup()
{
    pinMode(L_Y, OUTPUT); // initialize LED digital pin as an output

    digitalWrite(L_Y, HIGH);
}

void loop()
{
    if ((digitalRead(SW1)) == LOW)
        {digitalWrite(L_Y, LOW);}
    else {digitalWrite(L_Y, HIGH);}

}
```

2.3.3 Nejjednodušší PWM

PWM umožňuje (ve spolupráci s drivery) řídit motory, serva a podobně. Zde je použito na stmívání LED pomocí potenciometru.

```
#include "LearningKit.h"

void setup()
{
        pinMode( L_Y, OUTPUT );
         ledcSetup(0, 1000, 10);
            // ledcSetup(channel, freq, resolution)
            // channel = 0 - 15
            // resolution = 10 => 2^10 => 1024
         ledcAttachPin(L_Y, 0);  // ledcAttachPin(pin, channel)
}

void loop()
{
         ledcWrite(0, analogRead(POT1)/4);  // potentiometer connect
}
```

Výše uvedený kód funguje pro čip ESP32. Pro čipy řady ATMega, které jsou na deskách Arduino uno, Arduino nano a Arduino Mega je možné použít například následující kód:

```
#include "Arduino.h"


int ledPin = 9;       // LED connected to digital pin 9
int analogPin = 3;    // potentiometer connected to analog pin 3
int val = 0;          // variable to store the read value

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);   // sets the pin as output
}

void loop()
{
```

```
  val = analogRead(analogPin);    // read the input pin
  analogWrite(ledPin, val / 4);  // analogRead values go from 0 to 1
}
```

Funguje stejně, ale místo příkazu `ledcWrite()` je použit `analogWrite()`.

2.3.4 Infrasenzor na čáru

Použijeme součástku QRD1114, kolektor (C) je připojený na A0. Zdrojový kód je pro Arduino Uno.

```
#include <Arduino.h>

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void loop()
{
  Serial.write(analogRead(A0)/4);
  delay(100);
}
```

2.3.5 Posílání dat pro Lorris po sériové lince

Příklad ukazuje posílání dat do Analyzéru pro Lorris. Posílá simulovaný barevný senzor, potenciometr, tlačítka binárně a tlačítka po bytech.

Zdrojový kód je tentokrát pro desku Arduino nano umístěnou na desce ALKS a používá knihovny `LearningKit.h` a `LearningKit_nano.h`.

Poznámka: pokud chceme data posílat místo Analyzéru do terminálu, použijeme místo funkce `Serial.write()` funkci `Serial.print()` nebo `Serial.println()`. Rozdíl je v tom, že funkce `Serial.write()` posílá byty „tak jak jsou“, zatímco funkce `Serial.print()` převádí jednotlivé byty na řetězce, které představují posílaná čísla – vyzkoušejte.

```
#include "LearningKit_nano.h"

char a = '0';
int stav_tlac_2 = 0;
int stav_tlac_3 = 0;
int stav_tlac_4 = 0;
int stav_vsech_tlac = 0;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    setup_alks();


}

void loop() {
    delay(100); // nezahltit lorris
    Serial.write(0x80); // hlavicka - zacatek posilani dat
    Serial.write(0x0A); // ID_RGB
    Serial.write(0x03); // delka paketu RGB v bytech
    Serial.write(analogRead(POT_LEFT)/4); // posila binarne R
    Serial.write(analogRead(POT_RIGHT)/4); // posila binarne G
    Serial.write(0x70); // simulace treti barvy B

    Serial.write(0x80); // hlavicka - zacatek posilani dat
    Serial.write(0x0B); // ID_POT
    Serial.write(0x01); // delka paketu POT v bytech
    Serial.write(analogRead(POT_LEFT)/4); // posila binarne POT

    stav_tlac_2 = digitalRead(2);
    stav_tlac_3 = digitalRead(3);
    stav_tlac_4 = digitalRead(4);
    stav_vsech_tlac = stav_tlac_2 | ( stav_tlac_3 << 1 ) | ( stav_tl

    Serial.write(0x80); // hlavicka - zacatek posilani dat
    Serial.write(0x0C); // ID_TL
    Serial.write(0x01); // delka paketu TL v bytech
    Serial.write(stav_vsech_tlac); // posila binarne vsechny tlacitk
```

```
    Serial.write(0x80); // hlavicka - zacatek posilani dat
    Serial.write(0x0D); // ID_TL_bytove
    Serial.write(0x03); // delka paketu TL v bytech
    Serial.write(stav_tlac_2); // posila tlacitko 2 jako byte
    Serial.write(stav_tlac_3);
    Serial.write(stav_tlac_4);



    analogWrite(LED_Y, analogRead(POT_LEFT)/4); // kontrola na ALKS,

}
```

2.3.6 Ultrazvukový senzor HC-SR04

Zde je kompletní popis senzoru HC-SR04 včetně zapojení a funkčního zdrojového kódu, který si můžete upravit podle potřeby.

2.3.7 Řízení serva

Jednoduchý program pro řízení serva pomocí potenciometru.

Pro desku Arduino nano nasazenou na ALKS se program použije tak, jak je.

Pro desku ESP-32 se musí použít jiná knihovna `Servo.h` (ale se stejným názvem, proto se samotný program nemění). Co se mění, je soubor `platformio.ini`, který kromě knihovny pro ALKS obsahuje navíc informaci o knihovně pro servo. Do souboru `platformio.ini`, který vám nachystá VSCode při založení nového projektu, je proto potřeba přidat tyto řádky:

```
lib_deps = 1745
           ServoESP32
```

Přitom první písmeno „S“ na druhém řádku musí být přesně pod číslicí „1“ na prvním řádku. Na začátku prvního řádku nesmí být mezery.

```
#include "LearningKit.h"
```

```
#include <Servo.h>

static const int servoPin = S1;
static const int PotPin = 32;

Servo servo1;

void setup() {
    servo1.attach(servoPin);
}
void loop() {
    int servoPosition = map(analogRead(PotPin), 0, 4096, 0, 180);
    servo1.write(servoPosition);
    delay(20);
}
```

2.3.8 Řízení motorů s použitím VNH2SP30 – základní

Příklad ukazuje jednoduché řízení silnějších motorů pomocí přídavné desky[2] k deskám Arduino uno nebo Arduino mega s dvěma drivery vnh2sp30. Zároveň se jedná o pěkný příklad využití knihovny. Zde se knihovna jmenuje `vnh2sp30.h` a je ke stažení zde.

```
#include <Arduino.h>
#include "vnh2sp30.h"

void setup()
{
    motorSetup();

    Serial.begin(115200);               // Initiates the serial to do
    Serial.println("Begin motor control");
    Serial.println(); //Print function list for user selection
    Serial.println("Enter number for control option:");
    Serial.println("1. STOP");
    Serial.println("2. FORWARD");
```

[2] http://www.instructables.com/id/Monster-Motor-Shield-VNH2SP30

```
    Serial.println("3. REVERSE");
    Serial.println("4. READ CURRENT");
    Serial.println("+. INCREASE SPEED");
    Serial.println("-. DECREASE SPEED");
    Serial.println();
}
void loop()
{
  char user_input;
  while(Serial.available())
  {
    user_input = Serial.read(); //Read user input and trigger approp
    digitalWrite(EN_PIN_1, HIGH);
    digitalWrite(EN_PIN_2, HIGH);

    if (user_input =='1')
    {
       Stop();
    }
    else if(user_input =='2')
    {
      Forward();
    }
    else if(user_input =='3')
    {
      Reverse();
    }
    else if(user_input =='+')
    {
      IncreaseSpeed();
    }
    else if(user_input =='-')
    {
      DecreaseSpeed();
    }
    else
    {
      Serial.println("Invalid option entered.");
```

```
        }

    }
}
```

Kapitola 3

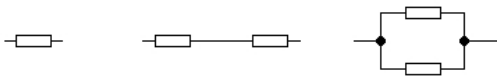
Elektronika

3.1 Základní součástky

3.1.1 Rezistor

Rezistor nebo také odpor[1] je součástka, která klade elektrickému proudu určitý odpor neboli ho omezuje. Toho se používá jako ochrana před zničením čipu nebo jeho části. Odpor se značí R. Jednotkou odporu je 1 Ohm, značka Ω.

Dva rezistory (nebo jiné součástky) mohou být zapojeny buď **sériově** (tj. za sebou) nebo **paralelně** (tj. vedle sebe), viz obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: vlevo: značka rezistoru, uprostřed: rezistory zapojené sériově, vpravo: rezistory zapojené paralelně

[1]Správně se součástce říká rezistor, odpor je její vlastnost. Ale mnoho lidí používá pro označení součástky slovo odpor.

3.1.2 Kondenzátor

Kondenzátor je součástka, která uchovává elektrický náboj. Jeho hlavní vlastností je kapacita. Jednotkou kapacity je Farad, značka F. V praxi se používají násobky jako mikrofarad (μ F), nanofarad (nF) a pikofarad[2] (pF). Kondenzátory se nabíjí a vybíjí různě rychle a mají různou kapacitu. Keramické kondenzátory mají nejmenší kapacitu(pF, nF) a jsou nejrychlejší, tantalové mívají kapacitu okolo pár μF a jsou pomalejší a nejpomalejší jsou elektrolytické s kapacitou stovek až tisíců μF. U tantalových a elektrolytických kondenzátorů musíme dát pozor na polaritu, tj. kam připojujeme + a kam -. Další důležitý údaj je maximální hodnota napětí, kterou kondenzátor snese.

3.1.3 Dioda

Dioda je součástka, která usměrňuje elektrický proud. To znamená, že pokud ji zapojíme do elektrického obvodu, tak zajistí, že proud bude téct pouze jedním směrem. Proto budeme diodu používat jako ochranu proti tzv. **přepólování** – chybnému zapojení baterie nebo součástky do obvodu, které obvykle vede ke zničení součástky. U samotné diody také záleží na polaritě, tj. při jejím zapojení musíme dávat pozor, kde má kladný pól a kde záporný.

Na diodě vzniká úbytek napětí, se kterým musíme počítat při návrhu obvodu. Tak například pokud připojím na diodu s úbytkem napětí 0,6 V připojím 12 V, tak za diodou bude napětí 11,4 V.

Ze začátku nám bude stačit, pokud budeme používat diody 1N4148 a 1N4007.

3.1.4 LED

LED[3] je součástka, která není primárně určená k usměrnění proudu, ale k signalizaci, zda obvodem protéká proud. K LED se vždy musí připojit rezistor.

[2] Mikrofarad je miliontina faradu, nanofarad je tisíckrát menší a pikofarad milionkrát menší než mikrofarad.

[3] Light emitting diode – světlo vysílající dioda

3.1.5 Tranzistor

Tranzistor je součástka, která umožňuje pomocí malých proudů z čipu řídit větší proudy, například do reproduktoru nebo motorku.

Tranzistor má tři nožičky: **báze**, **kolektor** a **emitor**. Tranzistorů existuje obrovské množství, pro jednoduchost se budeme zabývat pouze tzv. bipolárními tranzistory. Ty existují ve dvou provedeních PNP a NPN[4]. Tranzistory mají prakticky dvě použití: mohou pracovat jako spínač (vypínač) nebo jako zesilovač. Budeme se zabývat jednodušším použitím, tj. jako spínače. Budeme používat tranzistory NPN. Pokud bude přes bázi do emitoru téct omezený (malý) proud, tranzistor se otevře a přes kolektor do emitoru bude téct velký proud. Tak nám stačil malý proud k řízení velkého. A toho budeme využívat.

Ze začátku nám bude stačit používat tranzistory BCC337, BCC547 a BD911.

3.1.6 Cívka

Cívka neboli **tlumivka** je součástka, jejíž hlavní vlastností je indukčnost, jednotka henry, značka H. V praxi se používají milihenry (mH) a mikrohenry (μH).

3.2 Další součástky

3.2.1 Driver

Čip nemůže řídit například motor přímo, protože jedním pinem může protékat obvykle maximálně 40 mA. Většina motorů potřebuje mnohem větší proud. Proto se používají součástky zvané **drivery**, které podle pokynů z čipu řídí proud z baterií do motorů a servomotorů.

VNH2SP30

Driver **vnh2sp30** umí řídit pomocí PWM motor až do napětí 16 V, trvalého proudu 14 A a špičkového proudu 30 A. Pro takto velké proudy potřebuje účinné chlazení, např. chladič s ventilátorem. Je ideální pro řízení pohonů robotů včetně motorů z akuvrtaček.

[4]Pro lepší zapamatování značky: eN-Pé-eN - šipka VEN

Driver umí pomocí PWM jízdu vpřed, vzad, brždění (motory jsou ve zkratu, když je na ně přiváděna logická 1 z PWM) a signál stop. Příklad programu pro použití tohoto driveru je v kapitole 2.3.7.

3.2.2 Stabilizátor

Většinu čipů je potřeba napájet přesně 5 V nebo 3,3 V. Jak toho docílit z baterií, na kterých je například 9 V nebo 12 V, zkrátka více než 5 V? Navíc napětí na bateriích kolísá podle toho, jak moc proudu zrovna odebírají motory. Pro napájení čipů je proto nutné použít stabilizátor.

Stabilizátor je součástka, která z kolísavého vyššího napětí vyrobí přesné napětí nižší. Nejčastěji se používají stabilizátory řady 78XX, kde XX značí, na kolik voltů součástka stabilizuje, například 7805 stabilizuje na 5 V.

Aby stabilizátor mohl pracovat správně, je potřeba, aby napětí, které přivedeme na jeho vstup, bylo aspoň o 2 V vyšší než které potřebujeme, tj. pokud budu chtít stabilizovat napětí na 5 V, musím stabilizátor napájet aspoň 7 V. Přesné hodnoty pro každý stabilizátor jsou v jeho datasheetu.

Stabilizátor má tři piny (vstup, zem, výstup). Zapojí se takto: kladný pól baterie (+) se napojí na vstup, záporný pól na zem (−). Mikrokontrolér se zapojí pinem VCC na výstup stabilizátoru a GND se zapojí na zem stabilizátoru. Tímto máme připojený mikrokontrolér na napájení.

Pokud máme stabilizátor před sebou tak, abychom přečetli jeho označení, např. L7805, potom první pin zleva je vstup, druhý je zem a třetí, tj. úplně vpravo je výstup. Na vstup připojíme 7 V až 12 V, prostřední pin uzemníme, a poslední pin vyvedeme na VCC mikrokontroléru. Dále je potřeba věnovat pozornost zapojení kondenzátorů. Mezi vstup a zem připojím podle datasheetu kondenzátor s kapacitou 330 nF. Mezi výstup a zem kondenzátor 100 nF.

3.2.3 Krystal

Pokud budeme potřebovat provozovat některé procesory na vyšší frekvenci, použijeme **krystal**. Například původní frekvence mikrokontroléru ATMega16 je nastavena na 1 MHz. S pomocí krystalu ji můžeme zvýšit až na 16 MHz. Krystal zapojíme takto: Jeden pin krystalu (je jedno, který) připojíme na pin XTAL1 a druhý na XTAL2. Dále na pin XTAL1 připojíme jednu nožičku

kondenzátoru a druhou na digitální zem (11-GND). To samé u pinu XTAL2. Hodnotu kondenzátoru můžeme volit od 12 pF do 22 pF.

3.2.4 Odrazový infrasenzor

Tato součástka má v jednom pouzdře vysílací infračervenou LED a přijímací fototranzistor[5]. Umístěná několik mm nad hřiště a zastíněná od okolí je ideální pro rozpoznázní černé čáry na bílém podkladu a podobně. Dá se také použít pro detekci blízkého předmětu (dojde k zastínění). Můžeme použít například QRD1114. Může rozlišit vzdálenosti v rozsahu 0.75–10 mm nebo rozlišit černý a bílý povrch. Na adrese `https://learn.sparkfun.com/tutorials/qrd1114-optical-detector-hookup-guide` najdeme schéma zapojení i příklad kódu pro Arduino. Ještě jednodušší příklad kódu.

3.3 Základní veličiny v elektronice

3.3.1 Proud

Pokud použijeme vodní model, tak (elektrický) proud je množství vody, které proteče vodičem za jednu sekundu.[6] Značka: I, jednotka: 1 A = 1 ampér.

3.3.2 Napětí

Elektrické napětí měříme vždy mezi dvěma body. Můžeme si ho představit jako rozdíl výšek dvou vodních hladin. Z výše položeného jezera (kladné napětí, +) teče voda (el. proud) do níže položeného (zem, nulový potenciál, −). Značka: U, jednotka: 1 V = 1 volt.

3.3.3 Odpor

Mezi napětím U a elektrickým proudem I platí vztah:

$$U = R \cdot I,$$

[5] Fototranzistor je součástka, která zesiluje signál podle toho, jak je osvětlená

[6] Ve skutečnosti je to protečení množství elektronů nebo jiných nosičů el. nábojů s celkovým nábojem 1 Coulomb za sekundu.

Tento vztah je znám pod názvem **Ohmův zákon**.
Konstanta R se nazývá elektrický odpor, měříme ho ohmech, značka Ω.
Z Ohmůva zákona můžeme vyjádřit proud I:

$$I = U/R.$$

Ze vzorce je vidět, že pokud použijeme rezistor s větším odporem při stejném napětí, tak se protékající proud zmenší.

3.3.4 Výkon

Výkon je definován jako součin napětí a proudu:

$$P = U \cdot I.$$

Značka: P, jednotka: 1 W = 1 watt.

3.3.5 Výpočet tepelného výkonu (ztrátového)

Na součástkách, na kterých je úbytek napětí a kterými protéká proud, vznikají tepelné ztráty.
Příklad 1: Na rezistoru je úbytek napětí 3,6 V a protéká jím 240 mA. Jaký je tepelný ztrátový výkon?

$$P = U \cdot I = 3,6 \text{ V} \cdot 0,24 \text{ A} = 0,864 \text{ W} = 864 \text{ mW}$$

Ztráty na rezistoru činí 864 mW, a proto musíme volit rezistor, který zvládne větší výkon, tj. minimálně 1 W.
Příklad 2: Diodou 1N4148 bude procházet 100 mA, při tomto proudu bude úbytek napětí na diodě 1 V. Nezničíme diodu 1N4148?

$$P = U \cdot I = 1 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ A} = 0,1 \text{ W} = 100 \text{ mW}$$

Diodu nezničíme, protože je vyráběná na celkový výkon 500 mW.
Příklad 3: Na stabilizátor L7805 přivádím 12 V, stabilizátor mi vytváří 5 V stabilizovaného napětí a odebírám z něho 250 mA. Jaký tepelný výkon bude potřeba uchladit?

$$P = U \cdot I = (12 \text{ V} - 5 \text{ V}) \cdot 0,25 \text{ A} = 1,75 \text{ W}$$

Tepelné ztráty na stabilizátoru budou 1,75 W[7].

[7] Ve vzorci bylo použito 12 V − 5 V, je to protože na stabilizátoru ubyde 7 V, abychom se dostali na požadovaných 5 V.

3.3.6 Výpočet rezistoru pro LED

LED je součástka, která není primárně určená k usměrnění proudu, ale k signalizaci. Může svítit světlem bílým, modrým, zeleným, červeným, ultrafialovým či infračerveným[8].

Pokud připojím diodu správně na napětí, tj. tak aby mohl procházet proud a ono přesto nic, tak jsem diodu spálil, protože jí tekl moc velký proud. A proto musíme vždy k diodě připojit do série rezistor, který omezí proud protékající přes LED. A to podle vzorce:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\text{Napeti\_zdroje} - \text{Ubytek\_napeti}}{\text{Pozadovany\_proud}}$$

Příklad 1: Vypočítejte odpor rezistoru, který zapojíme do série k LED. Připojujeme k ní napětí 5 V a provozní proud je 20 mA a maximální proud, při kterém dojde ke zničení diody je 40 mA. Úbytek na diodě je 1,2 V.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5\ \text{V} - 1,2\ \text{V}}{0,02\ \text{A}} = 190\ \Omega$$

Použijeme rezistor s odporem 190 Ω nebo nejbližší vyšší odpor.

Příklad 2: Máme sériově spojeny tři LED, s úbytky napětí 0,6 V, 0,8 V a 1,2 V. Připojíme je k zdroji o napětí 12 V. Rezistor o jak velkém odporu musíme použít, jestliže má diodami protékat 20 mA?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12\ \text{V} - 0,6\ \text{V} - 0,8\ \text{V} - 1,2\ \text{V}}{0,02\ \text{A}} = 470\ \Omega$$

Musíme použít rezistor o odporu 470 Ω.

Měli bychom ještě spočítat tepelný výkon rezistoru. Můžeme použít úbytek napětí na rezistoru vynásobený procházejícím proudem:

$$P = U \cdot I = (12\ \text{V} - 0,6\ \text{V} - 0,8\ \text{V} - 1,2\ \text{V}) \cdot 0,02\ \text{A} = 9,4\ \text{V} \cdot 0,02\ \text{A} = 0,188\ \text{W} = 188\ \text{mW}$$

Stačí 250 mW rezistor. Nebo si můžu vypočítat úbytek napětí z $U = R \cdot I$, to protože znám odpor a protékající proud.

$$P = U \cdot I = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2 = 470\ \Omega \cdot (0,02\ \text{A})^2 = 0,188\ \text{W} = 188\ \text{mW}$$

Vyšel nám stejný výsledek, použijeme tedy 250 mW rezistor o odporu 470 Ω.

[8] Toho využijeme jako senzoru pro robota.

3.4 Motorky, serva a PWM

3.4.1 Motorky

Motorek připojujeme vždy přes tranzistor. Pokud chceme řídit motorek z čipu stylem start – stop, postačí přes odpor např. 1 kΩ spojit výstupní pin čipu s bází tranzistoru a na emitor a kolektor připojit baterii a motorek zapojený do série.

Dále je potřeba bázi tranzistoru propojit pomocí např. 10 kΩ se zemí. Jinak totiž při vypnutém signálu z čipu báze „visí v luftě“ a chová se jako anténa – indukují se na ní různé signály a většinou se díky tomu motorek samovolně slabě otáčí.

Nakonec je potřeba mít společnou zem pro čip i pro motorek – pokud to není splněno, obvykle motorek nejede.

Pro větší motorky potřebujeme lepší tranzitor nebo dva tranzistory v tzv. Darlingtonově zapojení (viz web). Další možností jsou speciální integrované obvody pro řízení motorů, tzv. drivery, které jsou složeny z mnoha tranzistorů a dalších prvků.

Pokud chceme řídit motory programově pomocí PWM (viz další kapitola), musíme navíc mezi emitor a kolektor tranzistoru vložit (obyčejnou) diodu pólovanou závěrně vůči baterii. Při vypnutí tranzistoru vznikají totiž na cívkách motorku napěťové špičky, které deformují tvar PWM signálu. Další proudy se indukují, když se motorek po vypnutí proudu setrvačností otáčí dál.

3.4.2 PWM

PWM (Pulse Width Modulation) neboli pulzně šířková modulace je učený název pro tzv. obdélníkový signál – z pinu vychází hodnoty napětí, které zakreslené do grafu mají tvar obdélníku. Proč zrovna obdélník? Protože na tranzistorech i driverech jsou při řízení motoru nejmenší ztráty, když jsou zcela otevřené (přenáší maximum napětí nebo proudu) nebo zcela zavřené (nepřenáší nic). Nejmenší ztráty znamenají také nejsnazší možné chlazení. Proto se snažíme stavům mezi oběma krajními mezemi vyhnout a zkrátit je na minimum.

3.4.3 Servo

(Modelářské) servo je krabička, která obsahuje motorek s převodovkou do pomala a řídící elektroniku, která se stará o jeho správné natočení. Obvykle se umí otočit v úhlu 180 stupňů s velkou přesností. Jeho klíčová vlastnost je, že polohu, do které se otočil, se snaží udržet.

Na desce ALKS jsou zapojeny vývody pro pět serv, která lze z desky přímo napájet a řídit. Protože servo (jako každý motor) potřebuje hodně proudu, lze přímo z desky napájet pouze nejmenší serva každé zvlášť. Pro větší serva je na desce připraven mini-USB konektor, do kterého je možné připojit samostatné napájení pro serva.

Pro připojení serv na desku ALKS platí, že GND (zem, mínus) je na okraji desky, 5 V je uprostřed a datový pin je nejblíže čipu.

Pozor! Servo nesnáší přepólování napětí, když se přepóluje, tak shoří (když se přepóluje signál, tak to tolik nevadí).

3.4.4 Řízení serva

Jak se řídí pohyb serva? Pro tento účel je ideální právě generování PWM signálu.

Servo se řídí logickým signálem (jedničkou) po dobu od 1 ms do 2 ms (často i od 0,5 ms do 2,5 ms), a celková perioda je 20 ms. Podle toho, jak dlouho signál trvá, tak se servo natočí. Tj. pokud budeme chtít servo maximálně natočit na jednu stranu, nastavíme pin, který slouží jako řídící signál pro servo, na logickou jedničku po dobu 1 ms a pak 19 ms logickou nulu a pak zase logickou jedničku, logickou nulu, atd...

Pokud budeme chtít servo posunout do druhé krajní polohy, necháme logickou jedničku po dobu 2 ms a logickou nulu po dobu 18 ms. Pokud budeme chtít střední polohu, tak jedničku nastavíme na 1,5 ms a nulu na 18,5 ms. Jestliže budeme potřebovat jiný úhel natočení, nastavíme logickou jedničku na odpovídající dobu.

Jednoduchý program pro řízení serva je v kapitole 2.3.6.

3.5 ALKS, další desky a další zařízení

3.5.1 ESP 32

Deska **ESP 32** je vývojová deska osazená čipem `ESP-WROOM-32`, který má řadu výborných vlastností.[9]

Deska se napájí z USB (5 V) a je na ní napěťový převodník na 3,3 V. Přitom USB může dodávat oficiálně 100 mA, v reálu ale běžně dodává 500 mA až 1 A. USB porty jsou také vcelku odolné proti zkratu.

3.5.2 ALKS

Deska ALKS[10] byla navržena přímo na Robotárně Brno právě proto, že hotová deska vás hlavně ze začátku zbavuje nutnosti vědět, co si můžete dovolit kam připojit a jestli to bude fungovat.

Na ALKS se dají nasadit desky ESP 32, Arduino uno a Arduino nano, které jí také poskytují napájení.

POZOR ! Při připojování čehokoliv dalšího k této nebo jiné desce si nechte před zapojením napájení všechno zkontrolovat. Hlavně, pokud připojovaná součástka spotřebuje víc proudu (serva a motory) nebo pokud vyžaduje vyšší napětí.

ALKS a ESP 32

Pro nasazení desky ESP 32 na ALKS byla napsaná knihovna *LearningKit*. Aby fungovala, musí být do souboru *platformio.ini* dopsán řádek `lib_deps = 1745` (bez mezery na začátku řádku) a do záhlaví souboru *main.cpp* doplňte `include "LearningKit.h"`. – viz obrázek 1.1 vpravo.

ALKS a Arduino nano

Pro nasazení desky Arduino nano[11] na ALKS byla napsaná knihovna `LearningKit_nano.h`. Aby fungovala, musí být v záhlaví souboru *main.cpp*

[9] http://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/vyvojova-deska-esp32.html

[10] Arduion Learning Kit Starter

[11] https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano

doplněno `include "LearningKit_nano.h"`. Protože knihovna `LearningKit_nano.h` využívá knihovnu `LearningKit.h`, musí být také do souboru *platformio.ini* dopsán řádek `lib_deps = 1745` (bez mezery na začátku řádku) – viz obrázek 1.1 vpravo.

Dokumentace k ALKS

Stránky věnované desce ALKS jsou zde.
Zapojení desky ALKS je zde.
Zapojení pinů desky ALKS zde.

3.5.3 Ultrazvukový senzor HC-SR04

Ultrazvukový senzor **HC-SR04**[12] je cenově dostupný a běžně používaný při amatérské stavbě robotů. Jeho zapojení a oživení je zde.

3.5.4 Bluetooth

Moduly **bluetooth** slouží ke komunikaci mezi dvěma čipy nebo počítačem a čipem (nebo jiným zařízením). Mohou být napájeny 5 V nebo 3,3 V.
Propojujeme vždy pin Rx na jednom čipu s pinem Tx na druhém čipu.

3.5.5 Připojení k počítači pomocí bluetooth

Nový bluetooth (zub) se musí napoprvé vyhledat a aktivovat v počítači. Pokaždé se musí připojit a zkontrolovat – když je komunikace v pořádku (aktivována, ale nemusí se přenášet data), svítí LED na zubu. Když je v pořádku modul v počítači, tak bliká.
Dále musí být spojená země zubu a čipu.

3.6 Desítková soustava a dvojková soustava

V počítači jsou všechna data uložena pouze v podobě jedniček a nul. A proto se nám bude hodit, když se budeme aspoň trochu orientovat v převodech mezi dvojkovou a desítkovou soustavou.

[12] https://www.sparkfun.com/products/13959

3.6.1 Desítková soustava

V **desítkové soustavě** je základem číslo deset.

Příklad: číslo 156 si můžeme rozložit jako `1*10^2 + 5*10^1 + 6*10^0`, přitom `10^0=1, 10^1=10, 10^2=10*10=100, 10^3=10*10*10=1000` atd ..., takže naše číslo potom vypadá takto: `1*100 + 5*10 + 6*1 = 156`.

3.6.2 Dvojková soustava

Ve **dvojkové soustavě** je základem číslo dva.

Příklad: číslo `11001010` rozložíme na
`1*2^7 + 1*2^6 + 0*2^5 + 0*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 0*2^0`, přitom
`2^0=1, 2^1=2, 2^2=2*2=4, 2^3=2*2*2=8, 2^4=2*2*2*2=16, 2^5=32`,
atd..., proto naše číslo má hodnotu:
`1*128 + 1*64 + 0*32 + 0*16 + 1*8 + 0*4 + 1*2 + 0*1 = 202`.

3.6.3 Převod z desítkové soustavy do dvojkové

Jak na to, když chceme převádět číslo z desítkové soustavy do dvojkové?

Například převedeme číslo `97`.
Nejprve je potřeba, abychom znali násobky čísla dva:
`2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048`, atd...
Napíšeme jedničku.
`1`
Najdeme nejbližší nižší násobek dvou k našemu číslu, v našem případě je nejblíže `64`. Odečteme si od `97` číslo `64`, `97-64=33`. Odečítali jsme číslo `64`, další v pořadí je číslo `32`, je `32` obsaženo v `33`? Ano, proto napíšeme další jedničku.
`11`
Dále `33-32=1`, další číslo je `16`, je `16` obsaženo v `1`? Ne, proto napíšeme nulu.
`110`
Další číslo je `8`, také není obsaženo v `1`, takže napíšeme nulu.
`1100`
Čísla `4` a `2` také nejsou obsažena v čísle `1`, proto napíšeme nuly.
`110000`
A nakonec, je číslo jedna obsaženo v čísle jedna? Ano, napíšeme jedničku.

Náš binární zápis čísla 97 vypadá takto:1100001. Čísla v binární soustavě by měla mít počet cifer rovno 8, 16, 32, podle toho s kolika bitovými čísly počítáme. V našem případě musíme doplnit jednu nulu. Pokud bychom počítali s 16 bitovými čísly doplníme o 8 nul více. Nuly doplňujeme zleva. Zapamatujeme si to snadno v desítkové soustavě se číslo 128 také nezmění pokud před něj dáme nuly, 000128. Nuly navíc nebudeme psát v desítkové soustavě, ale v dvojkové nám to pomůže se lépe orientovat. Takže to bude vypadat: 01100001 No a to ještě není všechno. Aby mělo číslo správný tvar, musí mít před číslem uvedeno 0b(nula a malé B), tím říkáme v jazyce C, že číslo je v (binární) dvojkové soustavě.

Pozor: Čísla 101 a 0b101 nejsou to samé! Je to jednoduché, pokud 0b neuvedeme bude překladač číslo brát jakože je v desítkové soustavě. Tj. 101 => číslo sto jedna, 0b101 => číslo pět.

Další příklad:
Převedeme číslo 237.
Nejbližší nižší číslo je 128.
1
237-128=109 je číslo 64 obsaženo v čísle 109? ANO, další jednička.
11
109-64=45 je číslo 32 obsaženo v 45? ANO, jednička.
111
45-32=13 je 16 obsaženo v čísle 13? NE, nula.
1110
je číslo 8 obsaženo v 13? ANO, jednička.
11101
13-8=5 je 4 obsaženo v 5? ANO, jednička.
111011
5-4=1 je obsažena v 1? NE, nula.
1110110
je 1 obsažena v 1? ANO, jednička.
11101101 Binární zápis čísla 237 vypadá takto:11101101.

3.6.4 Převod z dvojkové soustavy do desítkové

Vezmeme si například binární číslo 1011. Očíslujeme si pozice zprava doleva od nuly, tj.:

1 0 1 1

```
3 2 1 0
```

Pohybujeme se v dvojkové soustavě, tj. základ bude 2. Vezmeme nultou číslici a vynásobíme s ní číslo `2^0`. Dostáváme `1*2^0 = 1`. Dále první číslici vynásobíme číslem `2^1`, tj. `1*2^1 = 2`. Dále druhou číslici vynásobíme číslem `2^2`, tj. `0*2^2 = 0`. A to samé provedeme s číslicí na třetí pozici: `1*2^3 = 8`. A nyní čísla sečteme `8 + 0 + 2 + 1 = 11`, takže binární číslo `1011` převedené do desítkové soustavy je `11`.

Příklad 2: Převeďte binární číslo `11101001` do desítkové soustavy.
`1*2^0 + 0*2^1 + 0*2^2 + 1*2^3 + 0*2^4 + 1*2^5 + 1*2^6 + 1*2^7` To je:
`1 + 0 + 0 + 8 + 0 + 32 + 64 + 128 = 233` Binární číslo `11101001` převedeno do desítkové soustavy je `233`.

Příklad 3: Převeďte binární číslo `00010101`.
`1*2^0 + 0*2^1 + 1*2^2 + 0*2^3 + 1*2^4 + 0*2^5 + 0*2^6 + 0*2^7`, samozřejmě členy `2^x`, které násobíme nulou budou nulové a tudíž je můžeme beztrestně vynechat, tj.
`1*2^0 + 1*2^2 + 1*2^4 = 1 + 4 + 16 = 21` Binární číslo `00010101` má v desítkové soustavě hodnotu `21`.

3.6.5 Bitové výrazy a práce s nimi

Bitové operace se od logických operací (viz 2.1.2) liší tím, že se neaplikují na číslo jako celek, ale bit po bitu, viz níže.

My budeme potřebovat následující bitové operace: bitový součet, bitový součin, bitovou negaci, bitový posun doleva.

Bitové operátory

`|` bitový součet
`&` bitový součin
`~` bitová negace
`^` bitový exluzivní součet
`<<` bitový posuv doleva
`>>` bitový posuv doprava

Bitový součet

Platí, že `0|0=0, 0|1=1, 1|0=1, 1|1=1`, sčítají se vždy pouze bity, které leží pod sebou. Zkrátka pokud je aspoň jeden bit jedna, výsledek je také jedna.
Příklad: máme dvě binární čísla `00000100` a `01100001` a chceme je bitově sečíst.
Když sečteme nulté bity zadaných čísel, dostamene 0|1=1. Pak provedeme bitový součet i pro první, druhé a další bity. Zapíšeme: `(0b00000100 | 0b01100001);`
Nebo pokud budeme mít čísla v proměnných:

```
uint8_t a~= 0b00000100;
uint8_t b = 0b01100001;
uint8_t c;
c = (a|b);
```

Do proměnné `c` se zapíše výsledná hodnota.

```
00000100 - první číslo
01100001 - druhé číslo
--------
01100101 - výsledek po bitovém logickém součtu
```

Výsledek: `01100101`.

Bitový součin

Platí, že `0&0=0, 0&1=0, 1&0=0, 1&1=1`, tady platí, že výsledek je jedna, pokud oba bity jsou jedna. Příklad: bitový součin čísel `00110011` a `01000001` Zapíšeme: `(0b00110011 & 0b01000001);` Nebo pokud budeme mít čísla v proměnných:

```
uint8_t c = 0b00110011;
uint8_t d = 0b01000001;
uint8_t e;
e = (c&d);
```

Výsledná hodnota se zapíše do proměnné `e`.

```
00110011 - první číslo
01000001 - druhé číslo
--------
00000001 - výsledek bitového logického součinu
```

Bitová negace

Tam, kde byla jednička, bude nula, a kde byla nula, bude jednička. Příklad: znegujte číslo `00110101` Zapíšeme: `~(0b00110101);` Nebo pokud budeme mít číslo v proměnné:

```
uint8_t a~= 0b00110101;
uint8_t b;
b = ~a;
```

Do proměnné `b` se zapíše výsledná hodnota.

```
00110101 - číslo, které bude logicky znegováno
--------
11001010 - výsledek
```

Bitový exklusivní součet

Výsledkem exklusivního součinu je pravda, pokud se hodnoty liší, tj. nejsou stejné. Takže platí `0^0=0, 0^1=1, 1^0=1, 1^1=0`

Zapíšeme: `(0b00110011 ^ 0b01000001);` Nebo pokud budeme mít čísla v proměnných:

```
uint8_t c = 0b00110011;
uint8_t d = 0b01000001;
uint8_t e;
e = (c^d);
```

Výsledná hodnota se zapíše do proměnné `e`.

```
00110011 - první číslo
01000001 - druhé číslo
--------
01110010 - výsledek bitového exklusivního součtu
```

Bitový posun doleva

Vezmeme celé osmibitové číslo a posuneme ho o určitý počet míst doleva. Přitom čísla vlevo zmizí a na na uprázdněné místo vpravo přijdou vždy nuly. Zapíšeme: `(0b01000101 << 3);` Nebo pokud budeme mít číslo v proměnné:

```
uint8_t c = 0b01000101;
uint8_t d;
d = (c << 3);
```

Do proměnné `d` se přiřadí výsledek operace. Pokud například už nebudeme potřebovat původní hodnotu proměnné `c`, lze to napsat i takto:

```
uint8_t c = 0b01000101;
c = (c << 3);
```

Hodnota v proměnné `c` se nejprve posune o tři pozice a pak se výsledná pozice zapíše na stejnou pozici v paměti mikrokontroléru.

Příklad: proveďte bitový posun doleva o tři s číslem `00000101`

```
01000101
--------
10001010 - posun o jedno doleva
00010100 - znovu o jedno doleva (celkem o dvě místa)
00101000 - celkový posun o tři bity doleva
```

Bitový posun doprava

Bitový posun doprava je podobný jako operace bitový posun doleva, liší se jen ve směru posunu, tj. posouvá se na opačnou stranu. Příklad 1: Proveďte bitový posun doprava o tři pozice s binárním číslem `00000101`. Zapíšeme: `(0b00000101 >> 3);` Výsledkem bude toto:

```
00000101
--------
00000010 - posun o jednu pozici doprava
00000001 - posun o druhou pozici
00000000 - posun o třetí pozici
```

Příklad 2: Proveďte bitový posun o dvě pozice doprava a potom o tři doleva s binárním číslem `11110111`. Zapíšeme: `((0b11110111 >> 2) << 3);` Výsledkem bude toto:

```
11110111
--------
00111101 - posun o dvě pozice doprava
11101000 - posun o tři pozice doleva, toto je výsledek.
```

Příklad 3: Ale co když zadám číslo do proměnné v desítkové soustavě, například `189` a provedu bitový posun o dvě pozice doprava? Co dostanu? Dostanu snad `1`? Ne, i když jsme číslo zadali v desítkové soustavě, v mikrokontroléru je stejně uloženo jako jedničky a nuly, takže číslo musíme nejprve převést do dvojkové soustavy. `189 = 0b10111101` A teď posun o dvě pozice doprava: `00101111` a to je číslo `47`. Takže `47` je výsledek bitového posunu čísla `189` o dvě pozice doprava.
Zapíšeme takto:

```
uint8_t a~= 189;
uint8_t b;
b = (a~>> 2);
```

No a výsledek(tj. číslo `47`) se uloží do proměnné `b`.

Kapitola 4

Software

4.1 Lorris

Lorris[1] je rozsáhlá sada nástrojů, které mají společný cíl – pomáhat při vývoji, ladění a řízení zejména robotů, ale i jiných elektronických zařízení. V současnosti neexistuje jiná volně dostupná aplikace, která by umožňovala dostatečně jednoduše v téměř libovolném formátu zobrazit data přicházející z čipů nebo i data ze souborů.

Hlavní možnosti použití:

- grafické zobrazování, přiřazování a analýza (binárních) dat z čipů
- vykreslování příchozích dat v grafu
- zpracování dat z jednoho zdroje ve více modulech současně
- zobrazení dat z více zdrojů na jednom místě – ideální pro ladění komunikace mezi více zařízeními
- možnost libovolných úprav příchozích i odchozích dat pomocí skriptů v jazyce Python
- simulace chovaní plánovaného robota – hledání a ladění strategií
- simulace dat ze senzorů (zatím) neexistujícího robota pro psaní a ladění programu

[1] http://tasssadar.github.io/Lorris/cz/index.html

- vytváření vlastních ovládacích prvků – například ovládání robota joystickem z počítače

Lorris naprogramoval Vojtěch Boček a popsal ji podrobně ve své práci SOČ: http://soc.nidv.cz/archiv/rocnik35/obor/18.

Video s krátkým představením Lorris: http://www.youtube.com/watch?v=LkmFn40BbX8.

Příklad posílání dat pro Lorris.

4.2 LaTeX

4.2.1 Proč používat LaTeX

Tento text je psán v sázecím systému LaTeX. Jeho silná stránka je především matematická sazba (bohužel nevyužijeme) a snadné zpracování obsahu, rejstříků, seznamů obrázků a tabulek a podobně, což dramaticky urychluje přípravu dokumentu.

Čas, který vložíte do nastavení a učení se systému, se vrátí v rychlosti práce → jedná se o řešení vhodné pro delší dokumenty, např. pro soutěž SOČ nebo dlouhodobou maturitní práci[2].

Návody pro LaTeX lze najít na internetu, pro úvodní zorientování doporučuji text ***LaTeX pro pragmatiky***[3].

Hodně vám také může pomoct zdrojový text této dokumentace, především hlavní soubor, kde je nastavení podrobně komentované.

Příkazy LaTeXu podobně jako C++ a systémy typu Linux **rozlišují velká a malá písmena**.

4.2.2 Instalace a editory pro LaTeX

Podobně jako Linux, je i LaTeXdostupný v řadě distribucí. Doporučuji buď **TeXLive**[4] nebo **MiKTeX**[5].

[2] https://github.com/RoboticsBrno/Latex-slideshow-czech.

[3] http://mirrors.nic.cz/tex-archive/info/czech/latex-pro-pragmatiky/latex-pro-pragmatiky.pdf

[4] https://www.tug.org/texlive

[5] https://miktex.org/

Jako editory ve WinXP používám **PSpad**[6], v linuxu **TeXstudio**[7]. Oba editory umí zavolat překlad do pdf pomocí klávesové zkratky, zobrazit výsledný pdf a barevné zvýraznění syntaxe. TeXstudio má navíc velké možnosti pro zrychlení práce.

Další možností je tvořit latexové dokumenty online bez nutnosti instalace, například pomocí služby **overleaf**.[8] Overleaf je online služba, která vám umožňuje psát, sdílet a komentovat LaTeXové dokumenty – ideální pro psaní SOČ. Úvod do možností služby je zde.

4.2.3 LaTeX a SOČ

Jarek Páral vytvořil na Overleafu LaTeXovou šablonu[9] pro SOČ, kde je řada prvků sazby už optimálně přednastavená. Šablona navíc obsahuje informace o tom, jak a co psát, o citacích a dalších věcech – vřele doporučuji.

Pro inspiraci také doporučuji práce Vojty Bočka, Honzy Mrázka, Jarka Párala, Bédi Saida a Martina Sýkory, dostupné v archivu SOČ[10], ročníky 32. - 37., kategorie informatika a elektro.

4.2.4 Další inspirace k SOČ

Jak na psaní SOČ:

- http://www.soc.cz/soc-krok-za-krokem/
- http://www.jcmm.cz/cz/podpora-soc.html

Šablony SOČ pro Word

- http://www.soc.cz/dokumenty/sablona_SOC.docx
- http://www.jcmm.cz/data/sablona_pro_sockare.docx

Doporučuji si obě šablony přečíst, i když je třeba nepoužijete – jsou v nich zajímavé a užitečné rady.

[6] http://www.pspad.com/

[7] https://www.texstudio.org/

[8] https://www.overleaf.com/

[9] Tady je k dispozici šablona, kterou si můžete na Overleafu zkopírovat jako vlastní projekt a začít tvořit: https://www.overleaf.com/read/gvqvqzwgdtwk

[10] http://www.soc.cz/archiv-minulych-rocniku/

4.3 Další software

4.3.1 Proficad

Proficad[11] je software určený původně pro snadné a rychlé kreslení elektronických schémat a v této oblasti je vynikající. Lze jej použít i jako jednoduchý vektorový editor obrázků.

SPŠ Sokolská zakoupila plnou multilicenci pro Proficad, takže studenti i učitelé jej mohou používat bez omezení.

Ovládání programu je velice intuitivní a nápovědu prakticky nepotřebujete – s jedinou výjimkou, a tou je nastavení rastru. Po instalaci je rastr zobrazení automaticky nastaven na 2 mm. To znamená, že součástky můžete umisťovat například 10 mm nebo 12 mm od kraje, ale nic mezi tím. Většinou se to hodí – součástky máte na schématu pěkně zarovnané – ale někdy je prostě potřeba rastr například vypnout neboli nastavit na nulu. Nastavení rastru je schované zde: *soubor/nastavení/dokument/obsah/rastr*.

4.3.2 Linux

Tato kapitolka není úvodem do Linuxu (materiálů na toto téma je na webu spousta). Jsou zde poznámky, které hodí, když uživatel přechází z Windows na Linux.

Některé rozdíly Linux – Windows

- Linux **rozlišuje velká a malá písmena**. V terminálu, v názvech souborů, všude.
- Když si chce uživatel nainstalovat Linux, vybírá ne operační systém, ale tzv. distribuci = operační systém + spousta předinstalovaných programů. Kritérií pro výběr je spousta, pár tipů:
  - distribuce *Mint* má podobné rozložení grafických ovládacích prvků jak windows a je nenáročná na hardware
  - distribuce *Ubuntu* je standardní volba s velkou výbavou programů. Její odlehčená verze pro starší počítače je *Lubuntu*.

[11] Instalační soubor seženete v kroužku nebo na webu.

- V Linuxu se celkově mnohem víc (a účiněji) používá příkazová řádka neboli program `terminál`. Spouští se klávesovou zkratkou `Ctrl+Alt+T` nebo v Lubuntu spustíte správce souborů (2. ikona dole vlevo), přepnete se do požadovaného adresáře a stisknete `F4`.
- Adresářová struktura Linuxu je jednotná pro všechny disky v počítači. Akce typu: *„přepni se na disk e:“* se v terminálu provede jako *„přepni se do adresáře /media/<uzivatel>/ ... “* . Nebo se přepnete pomocí jiného programu, např. Správce souborů.
- Některé programy fungují pod Linux i Windows, u jiných se při přechodu z Windows na linux musí na webu najít odpovídající náhrada, opět pár tipů:
  - Ve WinXP se pro prohlížení pdf souborů osvědčil Foxit Reader verze 2.3, v linuxu Evince.
  - Irfan view jede i v Linuxu[12].

Co se hodí vědět

- Heslo v Linuxu se při zadávání v terminálu nevypisuje ani tečkami (ale počítač o něm ví!).
- Znak zavináč se napíše `AltGr+v`, znak vlna se napíše `AltGr+a`.
- Drivery do tiskáren mají příponu ppd. Před jejich použitím se musí nainstalovat program cups.
- Snímek obrazovky uložíte stiskem klávesy `PrintScreen` do adresáře `/home/<prihlaseny uzivatel>`.
- Znak `#` znamená řádek na terminálu (zastupuje vypsání aktuálního adresáře).
- Zkratka `Ctrl+C` v terminálu není pro kopírování, ale ukončení běžícího programu. (Mimo terminál kopírování funguje jako ve windows). Pokud chceme v terminálu kopírovat a vkládat, použijeme `Ctrl+Shift+c` `Ctrl+Shift+v`.

[12] http://www.boekhoff.info/install-irfan-view-on-linux/

4.3.3 Github

Repozitář je skupina souborů nějakého projektu, která navíc obsahuje komentovanou historii všech změn projektu. Používá se pro zálohování programů a sdílení a společné týmové práci na rozsáhlejších projektech, především programátorských a textových.

Github[13] je v současnosti jeden z nejpoužívanějších webů pro tvorbu a správu repozitářů.

Podrobnější představení githubu je zde.

Postup práce je následující: na webu github.com si vytvořím repozitář. Na svůj počítač si nainstaluji git. Stáhnu k sobě na počítač aktuální verzi repozitáře, upravím, co potřebuji, provedu tzv. commit a upravené soubory nahraju zpět na server. Podrobněji v návodech níže. Neustálému komentovanému ukládání jednotlivých verzí se říká **verzování**.

Repozitář, ve kterém je i tato dokumentace, je na adrese `https://github.com/RoboticsBrno/RobotikaBrno-guides/tree/RoboticsManual`.

Návody pro github

- Github na příkazovém řádku v Linuxu.
- `https://help.github.com`

Verzování na github lze provádět i s pomocí prostředí VSCode.

[13] `www.github.com`

Kapitola 5

Ostatní

5.1 Mechanická konstrukce robota – doporučení

Roboty rozlišujeme podle způsobu ovládání a podle velikosti.

Ovládání robotů

Každý robot může být buď řízený nebo autonomní. **Autonomní** znamená, že je naprogramovaný a během soutěže nebo prezentace se pohybuje samostatně.
Roboty můžeme řídit po kabelu nebo bezdrátově, například přes bluetooth.

Velikost robotů

Na škole a v DDM stavíme a programujeme hlavně roboty dvojího typu : „střední“ a „velké“.
Jako střední používáme roboty *yunimin* a *3pi* - jsou v zásadě hotové a „pouze“ se programují, jsou určené pro soutěže typu sledování čáry (Robotický den v Praze, Istrobot), minisumo a další. Pro střední roboty neexistuje soutěž, kde by se ovládali po kabelu, musí proto být autonomní.
Velké roboty (typicky pro soutěž Eurobot a Robotický den) si stavíme sami. Mohou být dálkově řízené i autonomní. Začátečníkům se silně doporučuje začít s dálkově řízeným robotem a nebo se přidat k týmu zkušenějších konstruktérů.

5.1.1 Konstrukce velkých robotů

Celého robota nejprve navrhneme ve vhodném CAD programu: Solidworks[1], onshape[2], . Pokud jako základní materiál zvolíme překližku nebo například plexisklo (kombinované s díly z lega), můžeme díly vymodelované v CADu nechat vyřezat na laseru na pracovišti Fablab.[3] To dramaticky urychluje práci. Pro konstrukci prototypů se také hodí měkčené PVC.

Při stavbě velkých robotů se držíme osvědčeného schématu:

Podvozek tvoří základní deska z překližky nebo rám z hliníkových profilů typu „L“ tvaru obdélníku, osmiúhelníku nebo kruhu. Na podvozku jsou připevněné dva motory z akušroubováků nebo z akuvrtaček včetně převodovek, které se koupí hotové. Jiné typy motorů jsou buď pomalé nebo slabé. V žádném případě se nepokoušejte koupit pouze motor (např. protože je levnější) a vyrábět si převody sami.

Dále jsou zde dvě kola, každé připojené ke svému motoru a jedna nebo více podpěr podvozku, obvykle z kartáčku na zuby. Motory s koly lze umístit doprostřed nebo dozadu, podle toho, co má robot na hřišti dělat.

Na podvozek se umisťuje konstrukce z hliníkových tyčí, profilů nebo z merkuru, s pomocí které robot plní svoje úkoly. Méně tuhé materiály se neosvědčily.

5.2 Řešení některých problémů

5.2.1 Chyba při uploadu programu do desky Arduino nano:

Chyba:
`Please specify 'upload_port' environment or use global '-upload-port' option`
Řešení: pomohlo spustit příkaz `sudo service udev restart` a znovu spustit VS code a odpojit a připojit desku.

[1] http://www.solidworks.com
[2] doplnit
[3] https://www.fablabbrno.cz

Přílohy

Příloha A – Hodnoty vybraných součástek

Dioda 1N4148
Maximální napětí: 100 V
Maximální proud: 200 mA
Maximální výkon: 500 mW
Úbytek napětí: 1,8 V

Dioda 1N4007
Maximální napětí: 1000 V
Maximální proud: 1 A
Maximální výkon: 3 W
Úbytek napětí: 1,1 V

tranzistor BC337
Max. napětí mezi kol. a emit. V_{CEO}:50 V
Max. napětí mezi bází a emit. V_{CBO}: 5 V
Max. proud tekoucí kolektorem I_{C}: 800 mA
Maximální výkon P_{C}: 625 mW
Zesílení h_{fe}: 100 až 600

tranzistor BC547
Max. napětí mezi kol. a emit. V_{CEO}: 45 V
Max. napětí mezi bází a emit. V_{CBO}: 6 V
Max. proud tekoucí kolektorem I_{C}: 100 mA
Maximální výkon P_{C}: 500 mW

Zesílení h_{fe}: 110 až 800

tranzistor BD911

Max. napětí mezi kol. a emit.V_{CEO}: 100 V

Max. napětí mezi bází a emit. V_{CBO}: 5 V

Max. proud tekoucí kolektorem I_C: 15 A

Maximální výkon P_C: 90 W

Zesílení h_{fe}: 5 až 250

Důležité je si všimnout, že minimální zesílení[4] je 5. To znamená, že pokud budeme chtít tranzistorem spínat proud 10 A, tak budeme muset nechat bází téct řídící proud 2 A, to znamená, že ho nemůžeme naplno využít, pokud ho budeme řídit mikrokontrolérem, tj. musíme ho spínat jiným tranzistorem. Anebo přijdeme na myšlenku, že pokud budeme chtít řídit velké proudy, budeme potřebovat tranzistory typu MOS-FET, např.: IRF520, IRL3803.

Příloha B – Poznámky a vize

Přerušení

Co je přerušení? Procesor může zvládnout pouze jednu operaci na jeden tik krystalu, postupuje od jednoho příkazu k druhému a nemůže jen tak všeho nechat a věnovat se něčemu jinému, občas je to ale potřeba. Při přerušení procesor všeho nechá a bude se věnovat přerušení, potom co skončí se bude věnovat dál programu tam, kde přestal.

Baterie

Dobíjecí: napětí 1,2 V

Jednorázové: napětí 1,5 V

Vize – co přidat do textu

Adruino IDE

Laser ve Lablabu

[4] Platí pokud bude kolektorem protékat 10 A.

Osciloskop
Baterie LiPol a jejich nabíjení
Převodník napěťových úrovní
Pájení
Sběrnice - USART/UART, IIC, SPI, další?

Rejstřík