

# **Středoškolská odborná činnost**

**Obor: 10.**

**Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace**

## **Univerzální řídicí modul LePIC**

**Autor:** Tomáš Lepič

**Třída:** D/IT4

**Škola:** Střední škola spojů a informatiky  
Bydlinského 2474, Tábor, 39011

**Konzultant:** Ing. Vladimír Čebiš

**31.3.2017 Tábor**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně. Použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně

.....  
**Datum**

.....  
**Podpis**

## **Poděkování**

Děkuji vyučujícím naší školy za obětavou pomoc při řešení mé práce.

## Anotace

Tématem mé práce je řídicí modul, který by umožnil zjednodušení v HW návrhu ve vlastních elektronických konstrukcích s mikroprocesory. Řídicí modul obsahuje 24 univerzálních pinů, hodiny reálného času, zálohu napájecího napětí, měření teploty a osvětlení. Konektivita je vyřešena pomocí bezdrátového modulu BT. Dále obsahuje dvě LED pro indikaci napájení (modrá) a běh programu (červená) ovládané SW a dvě LED indikující přenos dat ovládané HW. Obě HW LED jsou čiré a indikují zábleskem příjem (zelená) a vysílání (červená). Pro manuální ovládání slouží dvě tlačítka s názvem Reset (červené) a Run (černé). Pro akustickou signalizaci je implementován piezoměnič s vestavěným generátorem.

Součástí práce je jednoduchý program pro oživení nebo další využití jako základní operační systém. Program přijímá povely pomocí BT modulu z připojeného počítače a odpovídá v režimu přerušení. Umožňuje pracovat s časem, teplotou, osvětlením, tlačítka a ovládat 24 výstupních pinů.

Modul LePIC využijí především návrháři originálních HW konstrukcí, kteří použijí modul jako řídicí jednotku. Modul lze chápat jako alternativu komerčních zařízení typu Arduino. Rozdíl spočívá především v tom, že uživatelé stavebnic typu Arduino jsou především softweraři, zatímco modul LePIC použijí ti, kterým Arduino nevyhovuje z nějakého konkrétního důvodu spojeného s HW. V neposlední řadě je LePIC levnější.

Další využití je možné v podobě vytvoření složitějšího SW. Tím by se ale LePIC posunul směrem k Arduino. Rovněž je možné vytvořit další verzi, která bude mít větší HW podporu na desce, ale tím se vše prodraží. Optimální využití lze spatřovat v ověření koncepce modulu v praxi v několika nových konstrukcích.

## Klíčová slova

Modul, řízení, mikroprocesor, LED, dioda, piezo, superkondenzátor, oscilátor

# Obsah

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Prohlášení.....                                                                  | 2  |
| Poděkování.....                                                                  | 3  |
| Anotace.....                                                                     | 4  |
| Klíčová slova.....                                                               | 4  |
| Obsah.....                                                                       | 5  |
| Úvod.....                                                                        | 7  |
| Téma práce.....                                                                  | 7  |
| Použité metody.....                                                              | 7  |
| Očekávané řešení.....                                                            | 7  |
| Popis a funkce řídicího modulu.....                                              | 8  |
| Pinout řídicího modulu.....                                                      | 9  |
| Programování modulu.....                                                         | 10 |
| Protokol pro komunikaci s řídicím modulem LePIC v.2 (hex příkazy přes Bluetooth) |    |
| .....                                                                            | 13 |
| Porovnání řídicího modulu s aktuální nabídkou na trhu.....                       | 14 |
| Popis zapojení řídicího modulu.....                                              | 15 |
| Schéma zapojení řídicího modulu.....                                             | 16 |
| Návrh plošného spoje.....                                                        | 17 |
| Osazovací plány.....                                                             | 18 |
| Osazovací plán vývodových součástek.....                                         | 18 |
| Osazovací plán SMD součástek.....                                                | 18 |
| Seznam součástek a jejich cena (netto).....                                      | 19 |
| Důvody použití nového procesoru PIC16F18875.....                                 | 20 |
| Porovnání několika procesorů řady PIC16F.....                                    | 21 |
| Popis bezdrátového modulu.....                                                   | 22 |
| Technické údaje.....                                                             | 22 |
| Způsob komunikace.....                                                           | 22 |
| Fotografická část.....                                                           | 23 |
| Závěr.....                                                                       | 24 |
| Odborné termíny a zkratky.....                                                   | 24 |
| Seznam použité literatury.....                                                   | 25 |
| Seznam ilustrací.....                                                            | 26 |
| Zdroje ilustrací.....                                                            | 26 |

# Úvod

## **Téma práce**

Moje práce se zabývá návrhem a výrobou univerzálního řídicího zařízení pro jakoukoli konstrukci. Jedná se o rozšíření mikroprocesoru o běžně užívané periferie (zvuková, světelná signalizace, bezdrátová komunikace, vstupy). Mikroprocesorem jsou pak řízeny jednotlivé vstupy a výstupy, kterých má řídicí modul celkem 28 (24 pro vstupy/výstupy). Mikroprocesor může při své práci díky vnějšímu krystalu počítat s aktuálním časem. Díky teplotním a světelným čidlům i s okolními podmínkami.

## **Použité metody**

Návrh schématu, návrh desky plošného spoje včetně důrazu na design, oživení řídicího modulu.

## **Očekávané řešení**

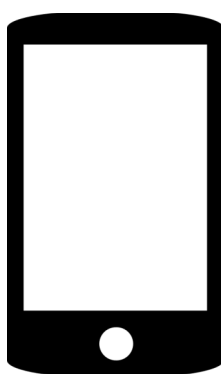
Ověřený HW modul, který by si mohl každý osadit do vlastní postavené konstrukce ovládané pomocí BT jako řídicí jednotku. Tím pádem by nemusel řešit ostatní periferie a jejich kompatibilitu s mikroprocesorem. Naprogramovat by si ho mohl každý po svém.

## Popis a funkce řídicího modulu

Modul LePIC je osazen na jednostranné cuprexitové desce. Z horní strany jsou osazeny vývodové součástky spolu s BT modulem HC-06 a programovacím ICSP konektorem.

Ze spodní strany pak najdeme součástky pro povrchovou montáž spolu s SMD kólikovou lištou, se kterou jsem se při své tvorbě setkal vůbec poprvé. Celkem se na spodní straně desky nachází 28 pinů (14 na každé straně). Dva piny jsou využity jako napájecí (+5V a GND), dva nejsou využity vůbec a v případě otočení desky tedy nehrozí nebezpečí zkratu. Na univerzální využití nám tedy zbývá 24 vstupů nebo výstupů. Na rozích modulu se nachází díry na případné upevňovací šrouby.

Řídicí modul má spoustu možností využití. Jak již bylo zmíněno, disponuje Bluetooth modulem HC-06, díky kterému je schopen přijímat a vysílat povely například na chytrý telefon či tablet. Můžeme tedy pomocí telefonu či tabletu řídit prakticky jakékoli digitální zařízení. O případných problémech v softwaru nebo hardwaru nás může řídicí modul informovat světelnou nebo zvukovou signalizací. Díky termistoru a fotorezistoru můžeme v softwaru počítat i s okolními podmínkami. A v případě výpadku napájecího napětí modul udrží nejdůležitější informace, jelikož má integrovaný superkondenzátor s kapacitou 0,33F.



*Ilustrace 1:  
Bezdrátová ko-  
munikace*

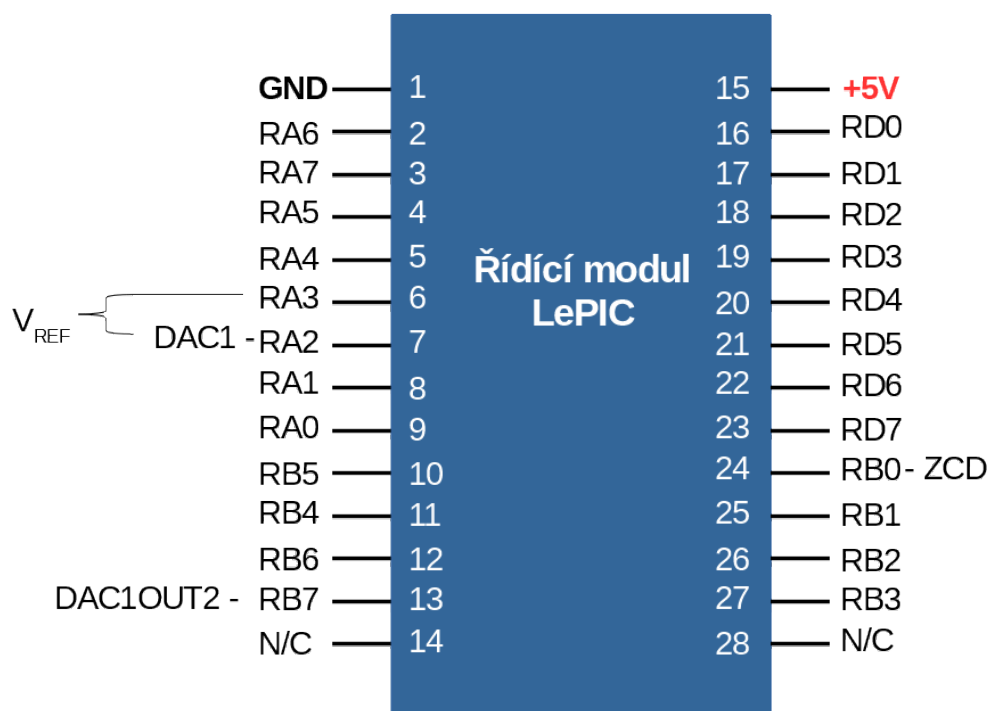
### Hostitelské zařízení

Řídicí modul LePIC s  
BT modulem:

- spíná vstupy a výstupy  
a tím řídí hostitelské  
zařízení v závislosti na  
pokynech smartphonu
- informuje nás o práci  
desky signalizací

## Pinout řídicího modulu

Jednotlivé vývody procesoru PIC16F18875 (viz. pinout na str. 16) na I/O řídicího modulu a některé zajímavé I/O:

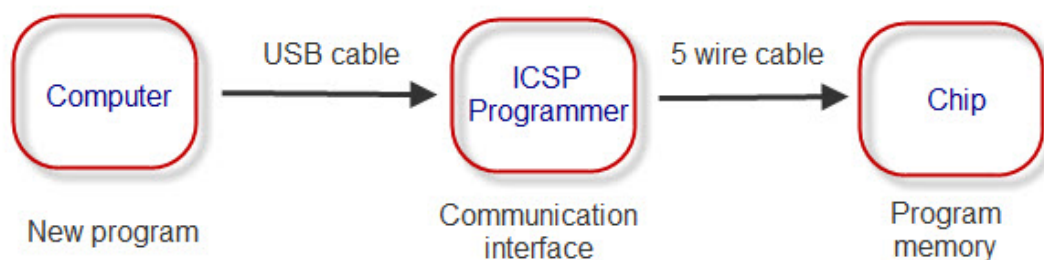


*Ilustrace 2: Pinout řídicího modulu*



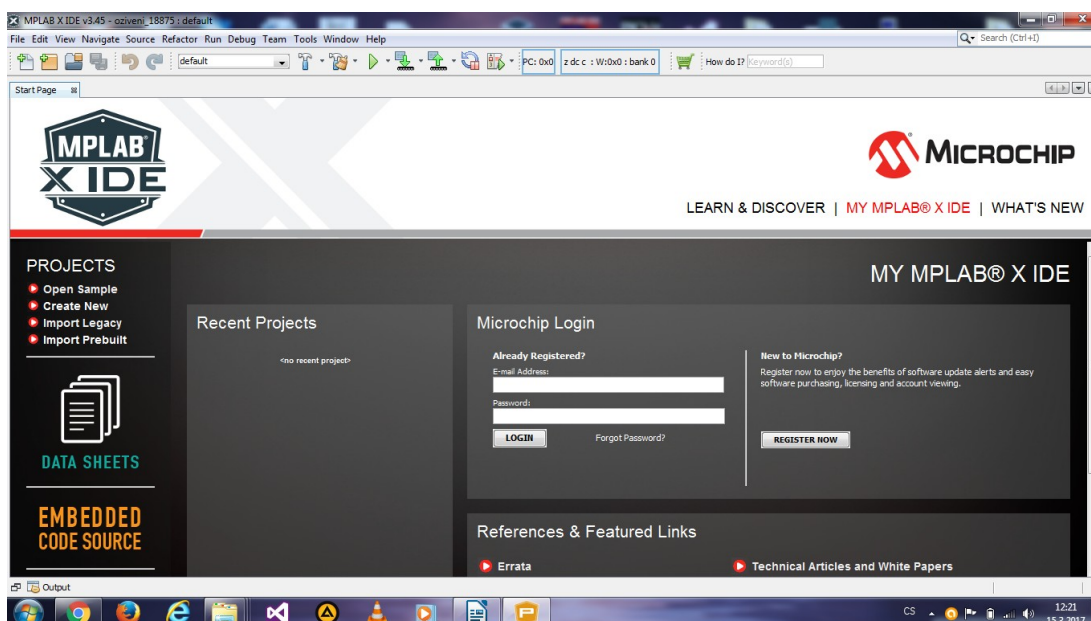
## Programování modulu

Programování modulu probíhá přes integrovaný ICSP konektor, který pracuje se stejnojmenným protokolem firmy Microchip. Ke konektoru připojujeme programátor PICKit3, což je zařízení od firmy Microchip.



*Ilustrace 3: Způsob programování řídicího modulu*

Řídicí software pro modul se píše v programu MPLAB X IDE, který je možné stáhnout na webových stránkách <http://www.microchip.com/>. Tento program podporuje programování v jazyce C. Pro oživení modulu je ale lepší použít programování v assembleru, kdy máme plnou kontrolu nad vstupy a výstupy procesoru. V případě použití jazyka C není jednoduché odhalit případné hardwarové chyby.



*Ilustrace 4: Screenshot z programu MPLAB X IDE*

## Protokol pro komunikaci s řídicím modulem LePIC v.2 (hex příkazy přes Bluetooth)

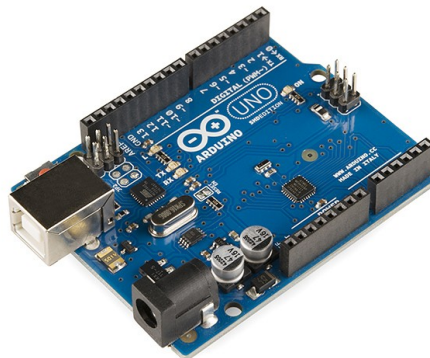
|         |                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 00      | test spojení                                                    |
| 01 – 0F | rezerva ( 15 )                                                  |
| 10 – 17 | dotaz na logický stav na vstupních vývodech RB0 – RB7           |
| 18 – 1F | dotaz na logický stav na vstupních vývodech RD0 – RD7           |
| 20 – 27 | přepnutí do stavu log.0 logických výstupů RB0 – RB7             |
| 28 – 2F | přepnutí do stavu log.0 logických výstupů RD0 – RD7             |
| 30 – 37 | přepnutí do stavu log.1 logických výstupů RB0 – RB7             |
| 38 – 3F | přepnutí do stavu log.1 logických výstupů RD0 – RD7             |
| 40 – 49 | nastavení systémového času – sekundy ( 4A-4F nepoužívat)        |
| 4A – 4F | rezerva ( 4 )                                                   |
| 50 – 55 | nastavení systémového času – desítky sekund ( 56-5F nepoužívat) |
| 5A – 5F | rezerva ( 4 )                                                   |
| 60 – 69 | nastavení systémového času – minuty ( 6A-6F nepoužívat)         |
| 6A – 6F | rezerva( 4 )                                                    |
| 70 – 75 | nastavení systémového času – desítky minut ( 76-7F nepoužívat)  |
| 7A – 7F | rezerva( 4 )                                                    |
| 80 – 89 | nastavení systémového času – hodiny ( 8A-8F nepoužívat)         |
| 8A – 8F | rezerva( 4 )                                                    |
| 90 – 92 | nastavení systémového času – desítky hodin ( 93-9F nepoužívat)  |
| 9A – 9F | rezerva( 4 )                                                    |
| A0 – A7 | manuální ovládání b2=beep ,b1= ledc, b0=ledm (1=zapnuto)        |
| A8 – AF | rezerva( 8)                                                     |
| B0      | dotaz na měření osvětlení, teploty a napájecího napětí          |
| B1 – BF | rezerva( 15 )                                                   |
| C0 – CF | dotaz na analogové napětí na vývodech AN0 – AN15                |
| D0 – FF | rezerva( 48 )                                                   |

**Použito 131 kombinací z 256, 125 kombinací z 256 ponecháno do rezervy.**

## Porovnání řídicího modulu s aktuální nabídkou na trhu



*Ilustrace 5: Řídicí modul  
LePIC v.1*



*Ilustrace 6: Arduino UNO*

|                                  | <b>LePIC v.1</b> | <b>Arduino Uno rev.3</b> |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| Mikroprocesor                    | PIC16F18875      | ATmega328p               |
| Paměť programu                   | 14 kB            | 32 kB                    |
| Takt procesoru                   | 32 MHz           | 16 MHz                   |
| SRAM                             | 1 kB             | 2 kB                     |
| EEPROM                           | 256 B            | 1 kB                     |
| Počet univerzálních I/O          | 24               | 20                       |
| Bezdrátová komunikace            | ANO              | NE                       |
| Napájení přes USB                | ANO              | ANO                      |
| Kontrola okolní teploty          | ANO              | NE                       |
| Kontrola okolního světla         | ANO              | NE                       |
| Záloha napětí (superkondenzátor) | ANO              | NE                       |
| Reálný čas                       | ANO              | NE                       |

Cena mého řídicího modulu je přibližně **300 Kč** (nejsou započítané náklady na cuprexitovou desku, její osvětlení a vyleptání).

Pokud bychom chtěli, aby mělo Arduino stejné možnosti, museli bychom k němu připojit další moduly. Celková cena by pak vyšla přibližně na **1250 Kč**.

## Popis zapojení řídicího modulu

Jak již bylo zmíněno, srdcem celé konstrukce je mikroprocesor PIC16F18875 od společnosti Microchip. Napájecí napětí 5V z případné hostitelské konstrukce je připojeno na Shottkyho diodu, ze které je vedeno přes  $10\Omega$  odpor na superkondenzátor a dále na mikroprocesor. Odpor před superkondenzátorem je použit z důvodu omezení proudu z případné hostitelské desky. Jinak by se nabíjel maximálním proudem zdroje hostitelské desky. BT modul je napájen přímo z napájecího napětí, aby zbytečně neodebíral proud ze superkondenzátoru při případném výpadku napájení. To znamená, že pokud dojde ke ztrátě napájecího napětí (např. výpadkem proudu nebo vytažením modulu z hostitelské desky), BT modul nebude napájený a napájecí napětí ze superkondenzátoru bude využívat pouze mikroprocesor ke svým potřebám (čas, uložení do paměti). Mikroprocesor i ostatní periferie jsou tedy napájeny napětím 4,7V (0,3V je na Shottkyho diodě), což ale není žádné omezení nebo problém.

Dále je zde připojen ICSP konektor pro programování, z jehož dvou pracovních pinů jsou vyvedeny dva pro univerzální použití (RB6, RB7).

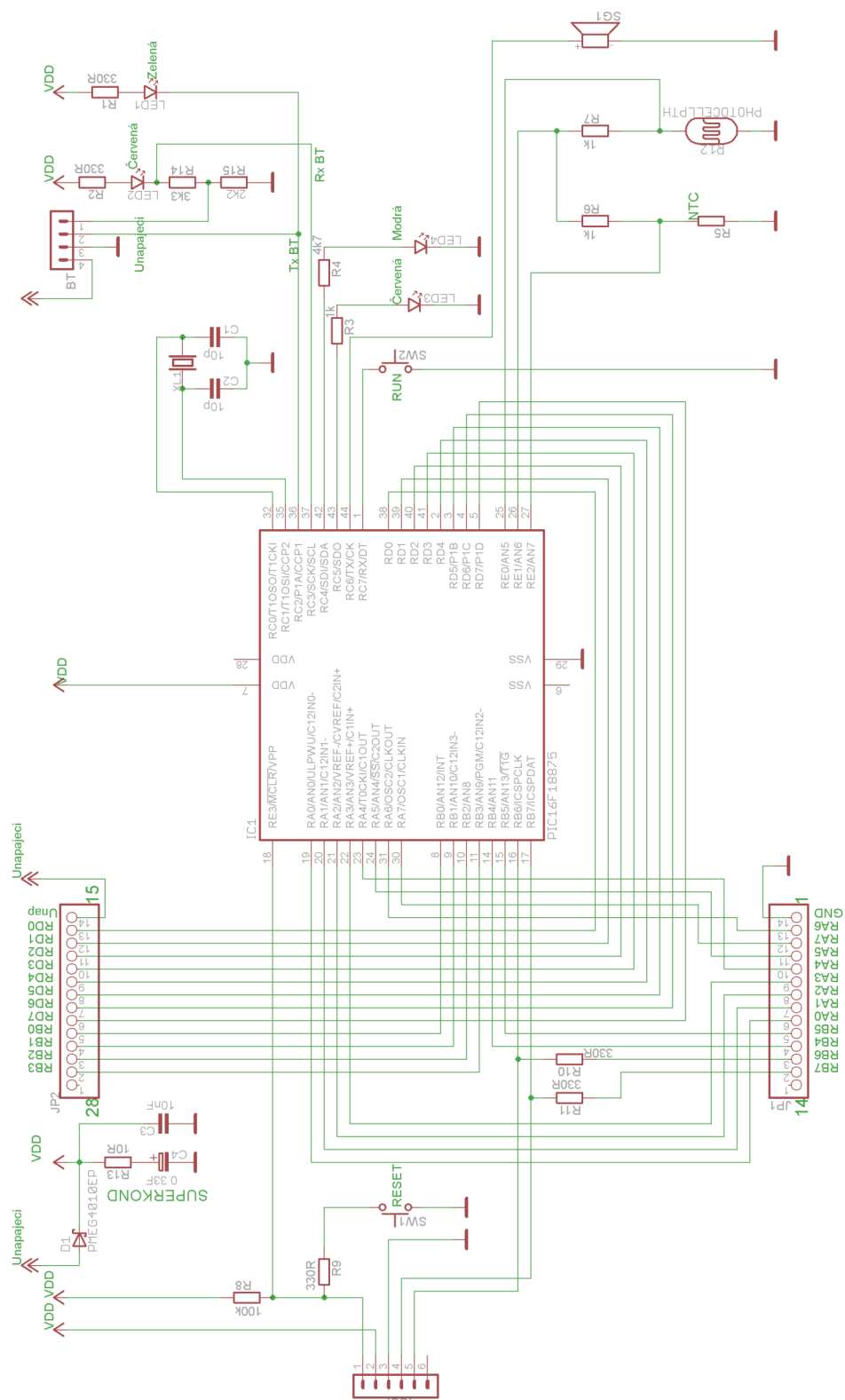
Bluetooth modul je připojený na piny RC2 a RC3, na které je přepínaná funkce původních RX a TX pinů (RC6, RC7). Příchozí a odchozí bajty jsou signalizovány vysoce svítivými LED. Protože pouze krátce zablesknou při přenosu bajtu, může jimi protékat větší proud. Proto jsem použil odpory  $330\Omega$ .

Krystalový oscilátor, který pohání reálný čas, je k procesoru připojen spolu se dvěma 10 pF kondenzátory pro správné ladění obvodu.

Měření teploty obstarává NTC termistor a měření světla fotorezistor. Obě součástky jsou zapojeny jako děliče napětí s  $1k\Omega$  odpory. Podle jejich charakteristiky totiž tento odpor odpovídá základní teplotě  $20^{\circ}\text{C}$  a světlo odpovídající 500 lux lumenům.

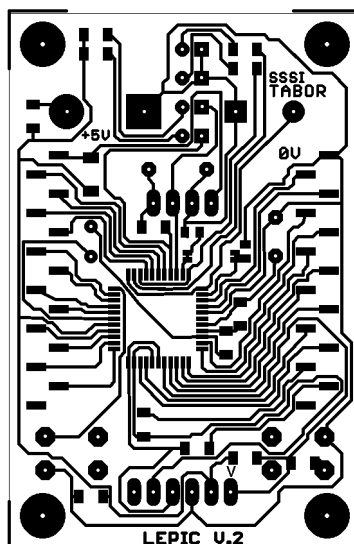
O signalizaci se starají dvě LED. Červená, signalizující poruchu, je připojena přes  $1k\Omega$  odpor. Modrá, signalizující napájení či práci programu, je připojena přes  $4,7k\Omega$  odpor. Obě hodnoty jsou spočítané a vyzkoušené tak, aby neoslňovaly obsluhující osobu a zároveň byly dobře čitelné i při nepříznivých světelných podmínkách.

# Schéma zapojení řídicího modulu



## Návrh plošného spoje

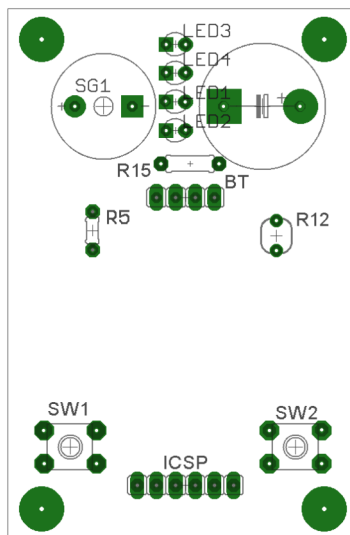
Řídící modul je navržen na jednostranné desce plošných spojů velikosti 46mm x 71mm. Návrh je v měřítku 1:1.



*Ilustrace 8: Návrh plošného spoje*

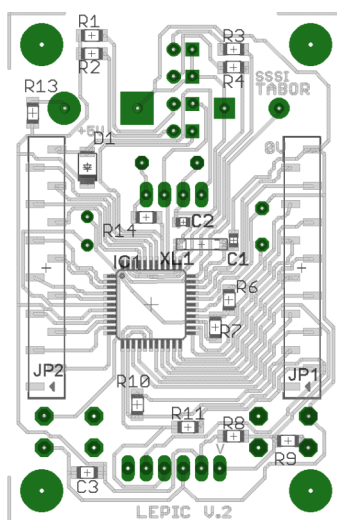
# Osazovací plány

## Osazovací plán vývodových součástek



*Ilustrace 9: Osazovací  
plán THT*

## Osazovací plán SMD součástek



*Ilustrace 10: Osazovací  
plán SMD*

## Seznam součástek a jejich cena (netto)

|                      |                                                      |           |
|----------------------|------------------------------------------------------|-----------|
| IC1                  | <a href="#">PIC16F18875-I/PT</a> (TQFP44)            | 40,00 Kč  |
| R1, R2, R9, R10, R11 | 330R; 1206; <a href="#">CRCW1206330RFKTABC</a>       | 2,45 Kč*  |
| R3, R6, R7           | 1k; 1206; <a href="#">CRCW12061K00FKEA</a>           | 1,50 Kč*  |
| R4                   | 4k7; 1206; <a href="#">CRCW12064K70JNEA</a>          | 0,50 Kč   |
| R5                   | NTC ( <a href="#">K164NK001</a> ); 1k                | 8,00 Kč   |
| R8                   | 100k; 1206; <a href="#">CRCW1206100KFKTABC</a>       | 0,40 Kč   |
| R12                  | Fotorezistor ( <a href="#">PGM5506</a> ); 2-6k       | 7,00 Kč   |
| R13                  | 10R; 1206; <a href="#">1206S4J0100T5E</a>            | 0,22 Kč   |
| R14                  | 3k3; 1206; <a href="#">CRCW12063K30JNTABC</a>        | 0,33 Kč   |
| R15                  | 2k2, 0,25W; <a href="#">CFR0W4J0222A50</a>           | 0,20 Kč   |
| C1, C2               | 10p; 0805; <a href="#">CC0805JRNPO9BN100</a>         | 1,00 Kč*  |
| C3                   | 10nF; 1206; <a href="#">12061C103K4T2A</a>           | 0,60 Kč   |
| C4                   | Superkondenzátor; 0,33F; <a href="#">EECS0HD334H</a> | 26,67 Kč  |
| D1                   | Shottky; 40V; 1A; <a href="#">PMEG4010EP.115</a>     | 3,00 Kč   |
| XL1                  | Oscilátor ( <a href="#">MC-14632.768KHZ</a> )        | 19,30 Kč  |
| LED1                 | 3 mm; <a href="#">WW03A3SGQ4-N2</a> , zelená,        | 2,10 Kč   |
| LED2                 | 3 mm; <a href="#">WW03A3SRP4-N2</a> , červená        | 2,50 Kč   |
| LED3                 | 3 mm; červená; <a href="#">OSNR3134A</a>             | 1,24 Kč   |
| LED4                 | 3 mm; modrá; <a href="#">OSB5YU3144A-HI</a>          | 2,40 Kč   |
| ICSP                 | (6pin) DIL lišty, <a href="#">ZL201-06G</a>          | 1,00 Kč   |
| JP1, JP2             | (14pin) SMD; <a href="#">PH1-40-UA-SMT-B</a> )       | 30,00 Kč* |
| SG1                  | Piezo; <a href="#">LD-BZEG-1205</a>                  | 15,00 Kč  |

**Celková cena součástek: 166 Kč** +BT modul, přibližná cena tohoto modulu na českém trhu je 200 Kč. Já koupil modul v zahraničí za přibližně 100 Kč. **(Veškeré ceny jsou orientační)** \* - cena za celkový počet součástek použitých v konstrukci

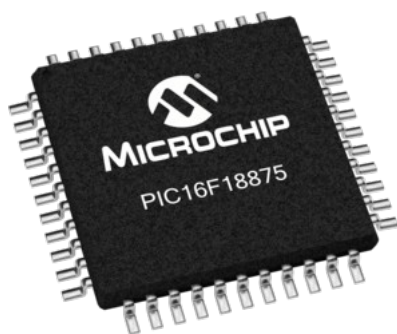


## Důvody použití nového procesoru PIC16F18875

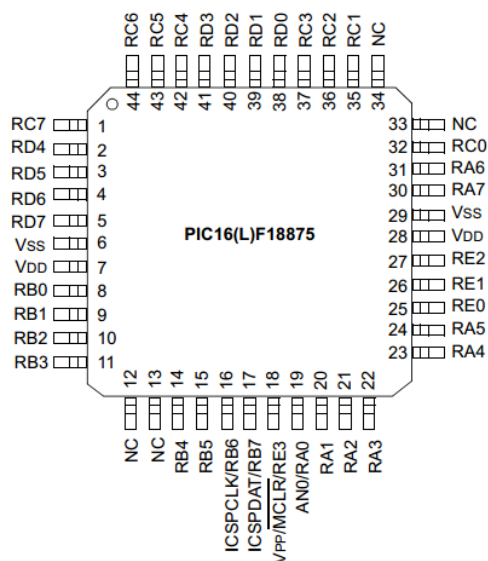
Při návrhu desky byla jedna z prvních otázek, jaký použiji procesor. I když jsem měl s předchozími procesory PIC zkušenosti a byly ověřené, rozhodl jsem se použít procesor z nové řady.

Zde je několik důvodu pro mé rozhodnutí:

- Procesor je modernější (vyšší kmitočet oscilátoru, větší paměť programu i dat, více funkcí)
- Digitální piny na novém procesoru jsou softwarově přepínatelné, což mi ulehčilo práci při návrhu desky plošného spoje. Vstupy/výstupy které mi v návrhu desky nešly propojit a nastalo by jejich křížení se při programování softwarově v procesoru přemístí na místo jiných vstupů/výstupů
- Rozšíření zkušeností při práci s procesory od této firmy
- Vylepšená možnost programování v jazyce C – vylepšená architektura procesoru, lepší práce s bankami
- Procesor má oproti svým předchůdcům opět o něco nižší spotřebu, což se mi v kombinaci se záložním superkondenzátorem hodilo – v procesoru tak může běžet pouze čas a odebíraný proud je minimální



*Ilustrace 12: PIC16F18875 ve 44 pinovém SMT provedení*



*Ilustrace 11: Pinout mikroprocesoru*

# Porovnání několika procesorů řady PIC16F

Zde je porovnání generací procesorů PIC a tedy několik důvodů pro použití nového procesoru:

|                         | 18 pin   | 28 pin                                        | 40 pin    |
|-------------------------|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| od 1996                 | PIC16F84 | PIC16F876                                     | PIC16F877 |
| Paměť programu          |          | 1024 instrukcí                                |           |
| RAM                     |          | 68 bajtů data RAM                             |           |
| EPROM                   |          | 64 bajtů EEPROM                               |           |
| Oscilátor               |          | Bez interního oscilátoru (max. 20MHz externí) |           |
| Spotřeba v režimu SLEEP |          | 20μA @ 3V                                     |           |
| Funkce                  |          |                                               |           |
| Watchdog, Timer0, 1, 2  |          |                                               |           |

| od 2006                                                                                                                                    | PIC16F88                                         | PIC16F886        | PIC16F887 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------|
| Paměť programu                                                                                                                             |                                                  | 4096 instrukcí   |           |
| RAM                                                                                                                                        |                                                  | 368 bajtů SRAM   |           |
| EPROM                                                                                                                                      |                                                  | 256 bajtů EEPROM |           |
| Oscilátor                                                                                                                                  | Interní oscilátor max. 8MHz (max. 20MHz externí) |                  |           |
| Spotřeba v režimu SLEEP                                                                                                                    |                                                  | 0,1μ @ 2V        |           |
| Funkce                                                                                                                                     |                                                  |                  |           |
| Watchdog, Timer0, 1, 2, PWM, 10bit AD převodník, USART 9bit<br>+Analogový komparátor, možnost použití RS232 bez externího krystalu, AUSART |                                                  |                  |           |

| od 2016                                                                                                                                                                                       |  | PIC16F18855                               | PIC16F18875 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------|-------------|
| Paměť programu                                                                                                                                                                                |  | 8192 instrukcí                            |             |
| RAM                                                                                                                                                                                           |  | 1KB data SRAM                             |             |
| EPROM                                                                                                                                                                                         |  | 256 bajtů EEPROM                          |             |
| Oscilátor                                                                                                                                                                                     |  | 32MHz interní oscilátor (max. 20MHz ext.) |             |
| Spotřeba v režimu SLEEP                                                                                                                                                                       |  | 50nA @ 1.8V                               |             |
| Funkce                                                                                                                                                                                        |  |                                           |             |
| Watchdog, Timer0, 1, 2, PWM, 10bit AD převodník, USART 9bit<br>+Analogový komparátor, možnost použití RS232 bez externího krystalu, AUSART<br>+DA, NCO, 2xPWM 10-bit, VREF, PPS (přepínování) |  |                                           |             |

## Popis bezdrátového modulu

Protože jedním z požadavků při návrhu mého řídicího modulu byla možnost bezdrátové technologie, využil jsem bezdrátového modulu HC-06, který komunikuje pomocí standardu Bluetooth. Ten se prodává připájený k malé destičce, na které je stabilizátor napětí, usměrňovací diody a signalizační LED. Tento BT modul je původně určený jako modul k desce Arduino. Mohl jsem využít modul od společnosti Microchip, ten je ale zhruba třikrát dražší a požadavkem vedoucím práce při návrhu byl právě BT modul HC-06.

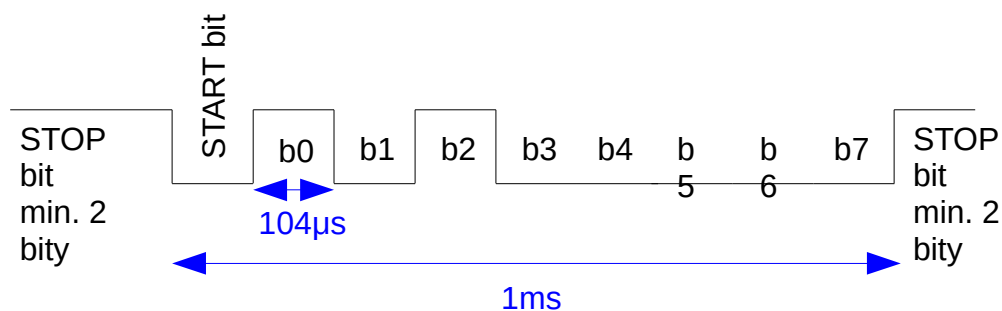
## Technické údaje

|                           |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| Rozsah napájecího napětí: | 3,6-6V                                  |
| Odběr proudu:             | 30-40mA                                 |
| Výkon:                    | přibližně 4 dBm/2,5mW                   |
| Dosah:                    | přibližně 10 metrů                      |
| Režim provozu:            | SLAVE (nelze propojit dva moduly HC-06) |



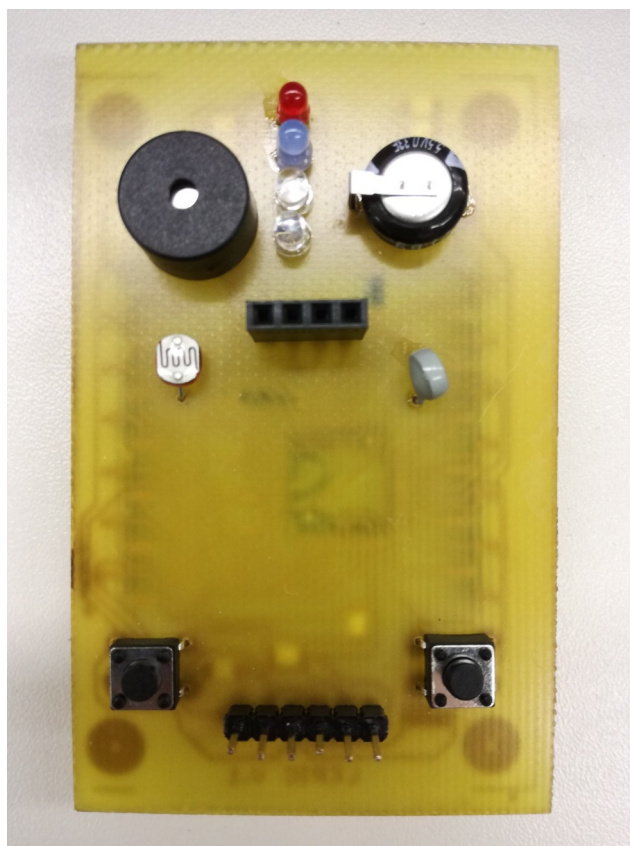
## Způsob komunikace

Modul komunikuje pomocí UART (TX a RX). Konfigurace modulu probíhá pomocí AT příkazů, přenosová rychlost je ve výchozím nastavení 9600bps. Párovací pin je 1234. Komunikace pak může probíhat přes jakoukoliv terminálovou aplikaci pro chytrý telefon, tablet nebo počítač.

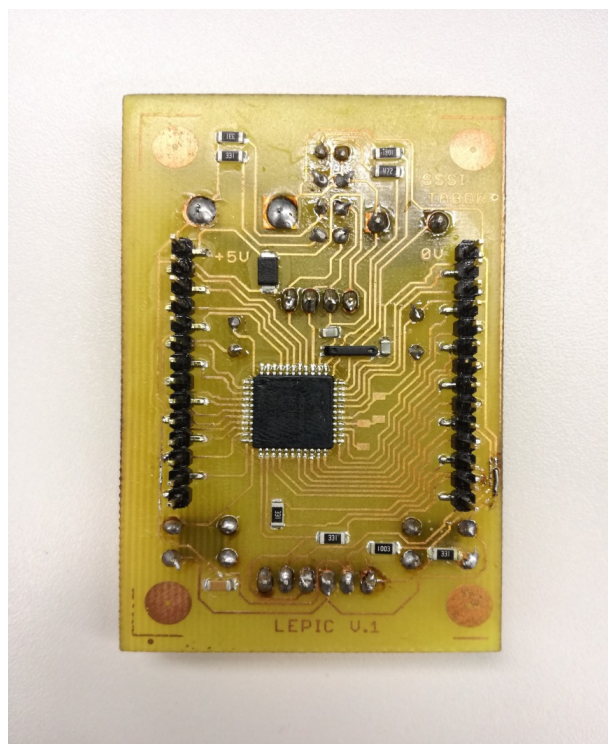


Kresba 1: Způsob komunikace BT

## Fotografická část



*Ilustrace 13: LePIC v.1 - pohled shora*



*Ilustrace 14: LePIC v.1 - pohled zdola*

## Závěr

Podařilo se mi navrhnout a vyrobit univerzální řídicí modul přesně podle mých představ. Má široké možnosti využití v různých elektronických konstrukcích. Jedná se o levnější variantu k zástupcům podobných komerčních produktů. Oproti nim má člověk při práci s mým řídicím modulem větší kontrolu nad hardwarem a lepší možnosti signalizace.

## Odborné termíny a zkratky

**HW** – hardware

**SW** - software

**SMT** – součástky pro povrchovou montáž

**SMD** – technologie povrchové montáže součástek (pájení)

**I/O** – vstupy/výstupy

**N/C** – nezapojeno (not connected)

**BT** – zkratka pro označení technologie Bluetooth

**ICSP** – programovací standard společnosti Microchip

**Pin** – označení pro vývod

**LED** – svítivá dioda

**VREF** – reference napětí podle určité hodnoty

**ZCD** – Zero Cross Detect – detekce průchodu signálu nulou

**USART/UART** – označení pro druh komunikace pomocí bajtů

**SRAM** – statická paměť dat

**EEPROM** – vymazatelná paměť pouze pro čtení (Electrically Erasable Read Only Memory)

**Screenshot** – sejmutí snímku obrazovky

**Pinout** – plán zapojení vstupů/výstupů

## Seznam použité literatury

- [1] ABEL, Martin. *Plošné spoje se SMD, návrh a konstrukce*. Pardubice: Platan, 2000. ISBN 80-902-7332-7
- [2] MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED. *PIC16(L)F18855/75 Data Sheet*. Revision C (01/2016). Printed in U.S.A.: Microchip, 2016. ISBN 978-1-5224-0228-2.
- [3] DOLEČEK, Jaroslav. *Moderní učebnice elektroniky*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-730-0146-2
- [4] MATOUŠEK, David. *C pro mikrokontroléry PIC: práce s PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C*. Praha: BEN - technická literatura, 2011.  $\mu$ C. ISBN 978-80-7300-413-2
- [5] MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED. *MPLAB® X IDE User's Guide*. Revision D (September 2015). Printed in U.S.A.: Microchip, 2015. ISBN 978-1-63277-614-3.

## Seznam ilustrací

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Ilustrace 1: Bezdrátová komunikace.....                     | 7  |
| Ilustrace 2: Pinout řídicího modulu.....                    | 8  |
| Ilustrace 3: Způsob programování řídicího modulu.....       | 9  |
| Ilustrace 4: Screenshot z programu MPLAB X IDE.....         | 9  |
| Ilustrace 5: Řídicí modul LePIC v.1.....                    | 10 |
| Ilustrace 6: Arduino UNO.....                               | 10 |
| Ilustrace 7: Schéma zapojení řídicího modulu LePIC v.2..... | 12 |
| Ilustrace 8: Návrh plošného spoje.....                      | 13 |
| Ilustrace 9: Osazovací plán THT.....                        | 14 |
| Ilustrace 10: Osazovací plán SMD.....                       | 14 |
| Ilustrace 11: Pinout mikroprocesoru.....                    | 16 |
| Ilustrace 12: PIC16F18875 ve 44 pinovém SMT provedení.....  | 16 |
| Ilustrace 13: LePIC v.1 - pohled shora.....                 | 19 |
| Ilustrace 14: LePIC v.1 - pohled zdola.....                 | 19 |

## Zdroje ilustrací

**Ilustrace 3 (Způsob programování řídicího modulu) :** By Jwzumwalt - Own work, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18022800>

**Ilustrace 6 (Arduino UNO) :** By SparkFun Electronics from Boulder, USA - Arduino Uno - R3, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26785892>

**Ilustrace 10 (Pinout mikroprocesoru) :** MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED. *PIC16(L)F18855/75 Data Sheet*. Revision C (01/2016). Printed in U.S.A.: Microchip, 2016. ISBN 978-1-5224-0228-2. **str. 6**

**Ilustrace 11 :** <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F18875>