

# **St•edoškolská odborná •innost 2005/2006**

Obor 10 – elektrotechnika, elektronika, telekomunikace a technická informatika

## **Automatický rybář řízený dvěma mikrokontroléry PIC 16F876A**

Autor:

**Tomáš Nezval**

SOŠP a SOUS Lidická 4

796 01 Prostějov, 4.ročník

Konzultant práce:

**Ing. Jaroslav Balzer**

(SOŠP a SOUS Lidická 4)

Zadavatel práce:

**Prostějov, 2006**

Olomoucký kraj

Prohlašuji tímto, že jsem soutěžní práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Balzera a uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Prostějově dne:

---

vlastnoruční podpis autora

## „Automatický rybář“

*Zařízení pro téměř automatické lovení ryb na zamrzlé vodě s možností nastavení opakovaného pohybu prutu podle individuálního nastavení, automatického záseku a vytažením úlovku nad led. „Automatický rybář“ má spoustu dalších nastavitelných parametrů. Využití je zaměřeno na chytání dravých ryb (pstruh, štika, candát) v období, kdy je zamrzlá hladina i na široké uplatnění a možnosti mikropočítačů v praktických výrobcích.*



## **Požadavky na zařízení**

Navrhnout a realizovat takové zařízení, které bude schopné lovit ryby na zamrzlém rybníku s co největší úspěšností. Zařízení by mělo být snadno ovladatelné, přenosné a odolné proti zhoršeným povětrnostním podmínkám.

## **Minimální požadavky, které by mělo zařízení realizovat**

- Nastavení libovolného opakovaného pohybu prutu
- Nastavitelná délka a čas potažení vlasce než dojde k záseku ryby
- Manuální pohybování s prutem
- Automatický zásek

## **Maximální požadavky na zařízení**

- Nastavení libovolného pohybu prutu
- Nastavení vlastního opakovaného pohybu prutu v délce cca 30 sec.
- Nastavitelná délka a čas potažení vlasce než dojde k záseku
- Manuální pohybování s prutem
- Automatický zásek
- Vytažení úlovku nad led
- Zobrazení napětí baterií
- Ochrana proti hlubokému vybití baterií
- Počítadlo ulovených ryb
- Měření venkovní teploty
- Dálkové sledování činnosti zařízení
- Zvážení úlovku

## Realizované základní funkce programu

- Nastavení libovolného pohybu prutu
- Nastavení vlastního opakovaného pohybu prutu v délce 15 sec.
- Nastavitelná délka a čas potažení vlasce než dojde k záseku
- Manuální pohybování s prutem
- Automatický zásek
- Vytažení úlovku nad led
- Zobrazení napětí baterií
- Ochrana proti hlubokému vybití baterií
- Počítadlo ulovených ryb
- Měření venkovní teploty
- Dálkové sledování činnosti zařízení

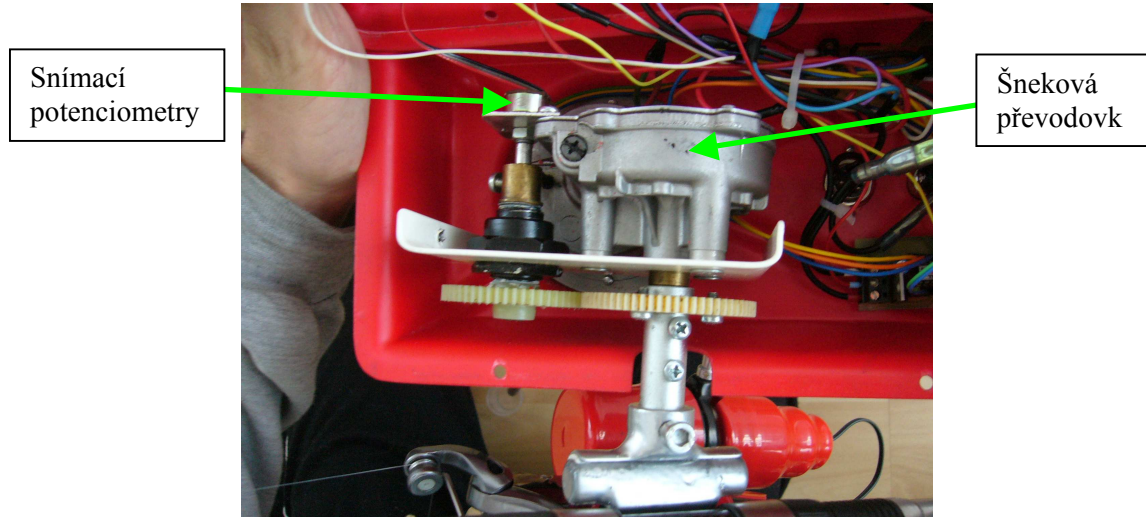
„Automatický rybář“ vznikl postupným vývojem po dobu tří let. Od jednoduchých mechanických pružinových prvků přes použití logických obvodů (TTL, CMOS) až po sestavení konečné verze řízené mikrokontroléry PIC. Protože zkušenosti s dřívějšími použitými metodami vykazovaly značné nedostatky, nespolehlivost a jakoukoliv nemožnost změny nastavených parametrů, přistoupil jsem k výrobě moderního zařízení, které všechny tyto nedostatky odstraňuje.

## Rozdělení a popis jednotlivých částí přístroje:

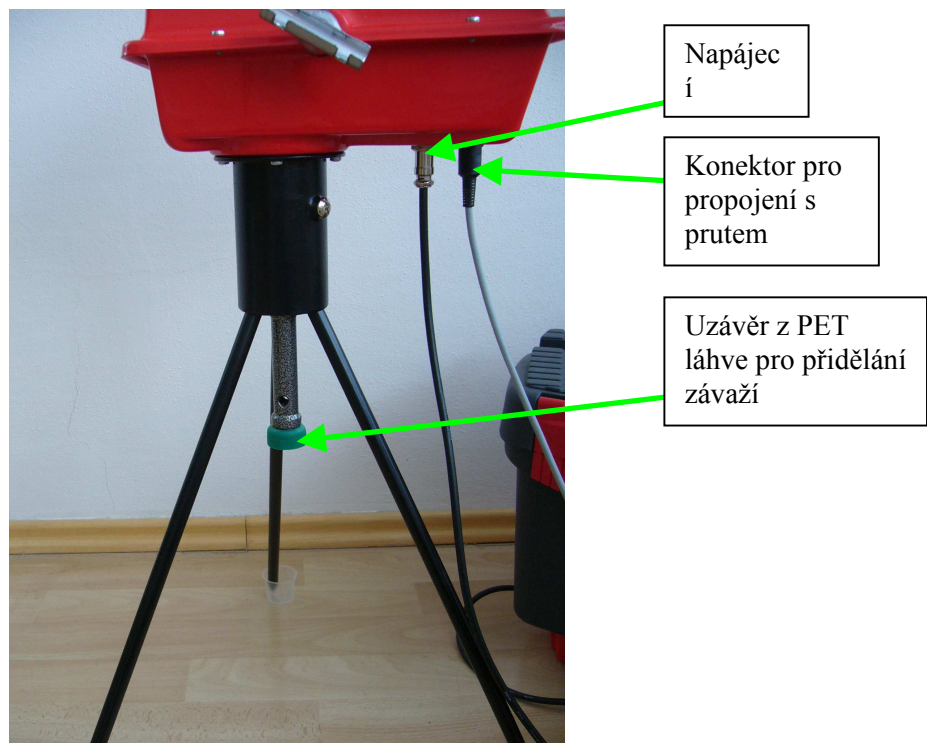
- Mechanické části včetně plastového zakrytování
- Řídící elektronika a programové vybavení
- Přídavné moduly

## Mechanické části a plastové kryty

Srdcem mechanické části je velmi tichá šneková převodovka s elektromotorem. Na výstupní hřídeli převodovky je ve speciálním držáku uchycen prut, který lze jednoduše vyjmout. Před držákem prutu je na výstupní hřídeli ještě ozubený převod 1:1 pro náhon dvojitého snímacího potenciometru.



Tato kompaktní jednotka je uložena v kovovém válci, jehož spodní část je zakončena třínohým stojanem s hroty.



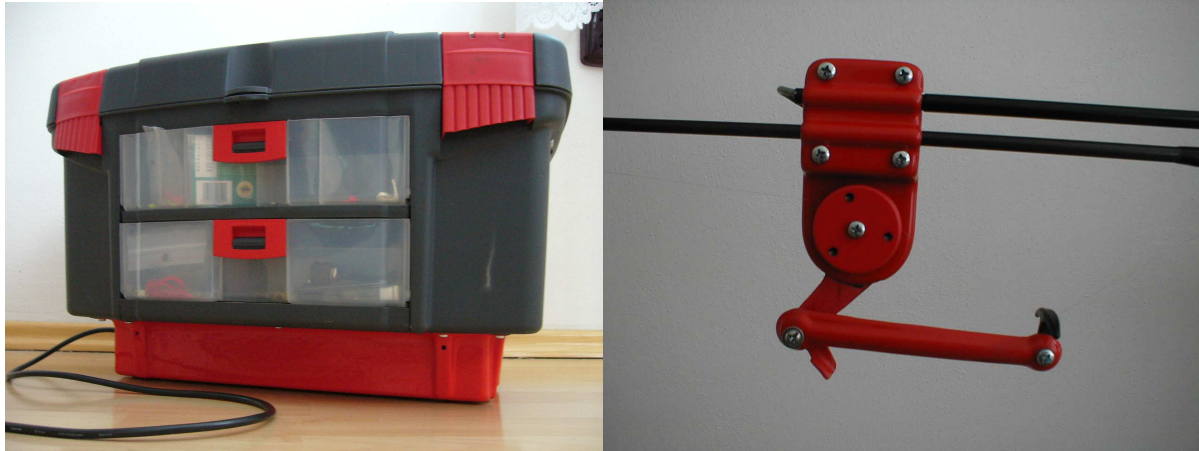
Další mechanickou částí je elektrický pohon navijáku. Ten je realizován opět motorem s převodovkou 1:50. Převodovka je uchycena k navijáku na druhé straně než je klika ručního pohonu. Tato jednotka je velmi snadno, pomocí jednoho šroubu demontovatelná. Pro použití manuální kliky navijáku je možné jednoduchým otočným pohybem kdykoliv převodovku a naviják vzájemně rozpojit.



Všechny mechanické a elektronické díly jsou umístěny v krytu z červeného plastu ABS. Modely pro vylisování těchto krytů jsem vyrobil z bukového dřeva a plechových svařenců. Vše jsem vylisoval na poloprofesionálním vakuovém lisu domácí výroby a hrubé vylisky opracoval na soustruhu, fréze a stopkové brusce.



Celý komplet „Automatického rybáře“ je uložen v plastovém boxu, v jehož dnu jsou umístěny pohonné baterie. Všechny díly mají v boxu své pevné místo, tudíž při přepravě nemůže dojít k jejich poškození. Díky své robustní konstrukci box zároveň slouží jako sedátko.



Oboustranný snímač

## Řídící elektronika a programové vybavení

Celá elektronika v zařízení je rozdělena (z důvodů postupného vylepšování) na třech deskách plošných spojů. Na hlavní desce jsou dva mikrokontroléry PIC 16F876A (viz. Strana 9) řízeny krystalem 4MHz, jsou vybaveny 22 I/O piny a vnitřními obvody jako jsou A/D převodník, dva komparátory, paměť EEPROM o velikosti 256 bytů, dále jsou zde tři druhy sériové komunikace, PWM (pulzně šířková modulace), dva 8-mi bitové a jeden 16-ti bitový čítače/časovače.

Mikrokontroléry spolu navzájem komunikují přes sériovou linku. Pro přenos informací mezi nimi je používána osmibitová asynchronní sériová komunikace s přenosovou rychlostí 19 200 B/sec.

**První (hlavní) mikropočítač** je připojen k displeji LCD (16 znaků x 2 řádky), na kterém je zobrazovaná aktuální nabídka a činnost programu.

Při nahrávání pohybu prutu - který se po spuštění bude opakovat - snímá cca 20x/sec. Výstupní napětí z potenciometru (5 k $\Omega$ /N). Potenciometr je zapojen jako dělič napětí. Toto napětí je vyhodnocováno přes integrovaný A/D převodník a ukládáno jako hodnota 0-255 do paměti EEPROM.

Na dalším kanálu A/D převodníku je napětí z baterií, pro zobrazení jejich stavu a zároveň zabraňuje hlubokému vybití.

Na tento  $\mu$ P je také připojen oboustranný snímač (viz obr. výše), který zajišťuje přesnou polohu vlasce a zároveň funguje jako detektor záběru.

Pro signalizaci významných stavů (zásek ryby, vybití baterií...) je zde malá siréna.

V neposlední řadě jsou k tomuto  $\mu$ P připojena tři tlačítka a elektronický spínač motoru na navijáku.

**Druhý mikropočítač** přijímá hodnoty ze sériové linky pomocí kterých zajišťuje pohyb s hlavním motorem a je k němu připojen „programovací joystick“.



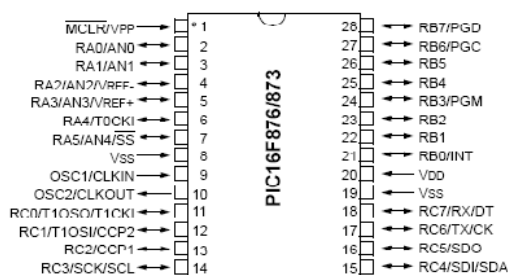
Tato část (řídící) je jištěna pojistkou F 0,8A.

Z důvodu používání při teplotách pod bodem mrazu je prakticky celá deska osazena součástkami s vyšší teplotní odolností.

### Oboustranný snímač

Tento díl je vytvořený z dvou infra závor, které jsou za sebou. Štěrbinou prochází kotouč o průměru 3,5cm, se třemi otvory. Mikroočítač vyhodnocuje pořadí zakrývání a odkrývání infra závor a na základě toho se určí směr otáčení. Kladka přes kterou prochází vlasec má průměr přesně 1,91 cm. To znamená, že obvod kladky je 6cm a přesnost určení hloubky je na  $\pm 2\text{cm}$  (1 otáčka = 3 impulzy )

### Zapojení vývodů a parametry $\mu\text{P}$ PIC 16F876A



Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F876
Operating Frequency	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	8K
Data Memory (bytes)	368
EEPROM Data Memory	256
Interrupts	13
I/O Ports	Ports A,B,C
Timers	3
Capture/Compare/PWM Modules	2
Serial Communications	MSSP, USART
Parallel Communications	—
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels
Instruction Set	35 instructions

Ve druhé části hlavní desky je umístěna výkonová část, která se skládá z oddělovacích optočlenů a výkonového můstku z MOSFET tranzistorů, který slouží ke spínání a reverzaci hlavního motoru. Tato

část je jištěna pojistkou T 2A. Celá hlavní deska je osazena kombinovaně klasickými součástkami a součástkami SMD.

Pro řízení hlavního motoru je použita elektronika z modelářského serva. Výhodou tohoto obvodu je snadné řízení motoru. Velkou nevýhodou jsou pomalé dojezdy do požadované polohy, protože tento obvod řídí motor PWM (pulzně šířkovou modulací) přes výkonový můstek. Tento problém jsem částečně vyřešil přidáním kapacity 1000uF/25V paralelně k motoru, která zvedne střední hodnotu proudu a tím motor výrazně zrychlí svůj dojezd, pokud by tato kapacita byla příliš velká, motor by přejížděl a zakmitával kolem požadované polohy.

Pro řízení obvodu – z modelářského serva – se používá opět PWM o frekvenci 50 Hz. Poloha je dána Dobou log.1 (+5V), která může být v rozmezí 1-2 ms. Zpětná vazba pro tento obvod je potenciometr, zpražený s výstupní hřídelí motoru.

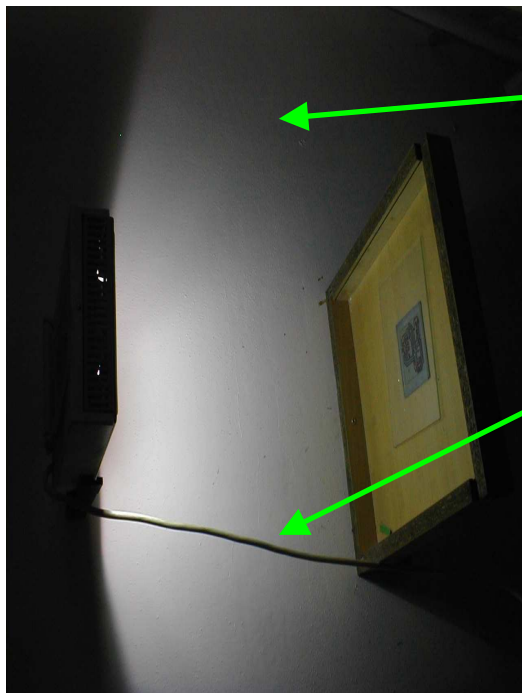
Na druhém plošném spoji je LCD displej (16 znaků x 2 řádky) a součástky pro základní nastavení např. řízení kontrastu, spínání podsvícení ... .

Třetí část je elektronický prepínač napětí (MOSFET tranzistor) pro hl. motor (12/18)V. Vyšší napětí se zapíná po záseku při zvednutí prutu.

Celé zařízení je napájeno z gelových baterií 3x6V/9Ah, které stačí k minimálně 20-ti hodinovému provozu.

## **Leptání plošných spojů**

Desky plošných spojů jsou navrženy v programu Formica. Plošný spoj je vyráběn fotocestou tzn. že na cuprexitu je tenká vrstva pozitivního fotolaku, která reaguje na UV záření. Přes černou barvu (cestičky) na předloze UV světlo neprojde. Osvícená deska se ponoří do vývojky (NaOH), osvícený fotolak se smyje. Takto nachystaná deska se vyleptá v chloridu železitém.



UV lampa

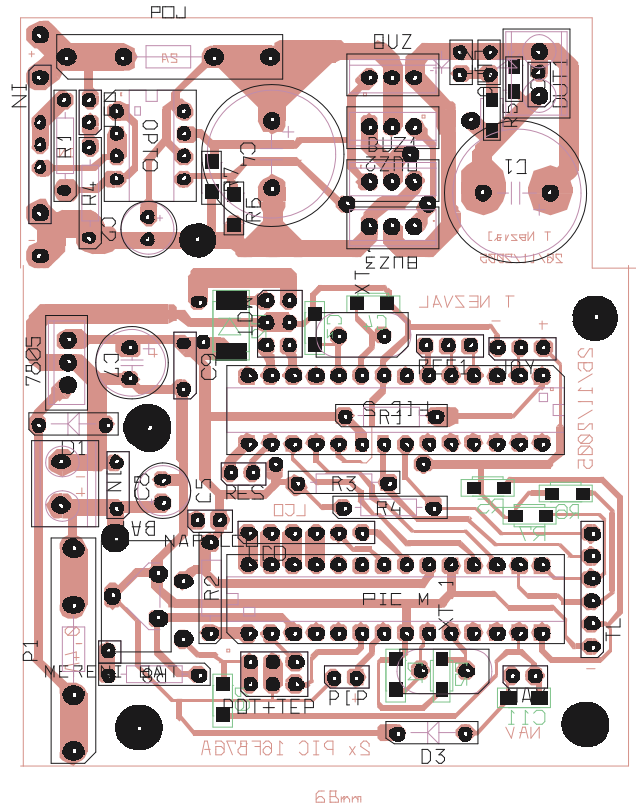
Plošný spoj na kterém je předloha



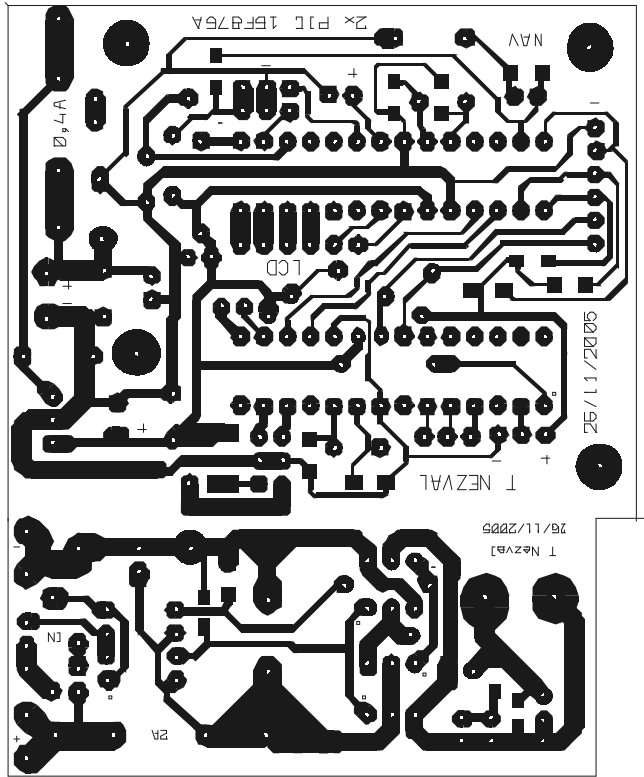
Plošný spoj v chloridu železitém

Houpací plošina, která urychluje proces a také zajišťuje rovnoměrné odleptávání mědi

Osazená hlavní deska – pohled ze strany součástek (TOP)



Plošný spoj – pohled ze strany plošných spojů (BOTTOM)



## Programové vybavení

Program do mikrokontrolerů je napsaný v programu **MPLAB IDE v7.20** od firmy Microchip. Program má celkem 2713 řádků.

A) Po zapnutí mikropočítačů se nastaví **u prvního:**

Směr toku dat na portech, časovač 0 (přerušení se vyvolá po cca 50-ti milisekundách), kanály A/D převodníku (pro snímací potenciometr), typ a rychlost sériové komunikace. Z paměti EEPROM se načtou dříve uložené konstanty (doba záseku, délka potahu ...) a uloží se do paměti RAM. Dále se provede inicializace LCD displeje – data do displeje se posílají z důvodu úspory vývodů mikropočítače po půl bytech (nibble).

**U druhého:**

Směr toku dat na portech, časovač 0 (přerušení se vyvolá po cca 20-ti milisekundách), kanály A/D převodníku (pro ovládací joystick), typ a rychlost sériové komunikace.

B) Po úvodním logu se zobrazí hlavní nabídka a začnou se testovat úrovně tlačítek 1, 2 a 5 (při stisku přejde vstup z log.0) – **u prvního.**

**U druhého** se čeká na stisk tlačítka 4 nebo na příjem předem stanovených hodnot po sériové lince.

Stiskem tlačítka 1 po dobu delší než 800ms (z důvodu náhodného stisku) se začne vykonávat nahrávání pohybu:

1. odešle se hodnota druhému  $\mu\text{P}$  pro stisk prvního tlačítka [1]
2. aktivuje se pákový ovladač (joystick) a motor pro pohybování s prutem [2]
3. zobrazí se na displeji informace o nahrávání [1]
4. převede napětí ze snímacího potenciometru (zapojený jako dělič napětí) pomocí A/D převodníku na osmi bitové číslo [1]
5. získané číslo uloží do paměti EEPROM [1]
6. při naplnění paměti se nahrávání automaticky zastaví [1]

pozn. Časový interval mezi dvěma měřeními je dán přetečením časovače (50 ms  $\rightarrow$  20 hodnot za sekundu – tím je zaručena plynulost pohybu).

Stiskem tlačítka 2 se aktivuje snímání hodnot z oboustranného snímače:

1. na displeji se zobrazí aktuální hloubka [1]
2. počká se na výchozí stav (obě IR závory jsou zakryty) [1]
3. až se obě IR závory zakryjí, čeká se na jeden ze dvou dalších stavů [1]
4. po projití všech možností (1=zakryta, 2=zakryta ; 1=zakryta, 2=odkryta ; 1=odkryta, 2=odkryta) se podle pořadí hloubka inkrementuje nebo dekrementuje. Pokud by nastal případ, že by aktuální zobrazovaná hloubka byla nula (skutečná ne) a tato hodnota se měla snížit, zobrazovaná hodnota zůstane nula. [1]

pozn.. druhý  $\mu\text{P}$  čeká na spuštění nahraného programu

---

[1] – tuto část vykonává 1. mikropočítač

[2] – tuto část vykonává 2. mikropočítač

Stiskem tlačítka 5 po nastavení hloubky se:

1. aktivuje časovač pro čtení uložených hodnot v EEPROM po intervalech 50ms. [1]
2. aktivuje časovač pro určení periody (20ms) při řízení motoru pomocí PWM [2]
3. zobrazí se text na displeji pro přehrávání programu [1]

Při každém přerušení od časovače (50ms) v prvním  $\mu\text{P}$  se:

1. změří napětí pohonných baterií a pokud je v normě pokračuje se dál, pokud je napětí nižší než 16V zobrazí se výstraha vybitých baterií. Při totálním vybití se program vypne a na displeji se zobrazí, že jsou vybité baterie,  $\mu\text{P}$  přejdou do úsporného stavu. [1]
2. Dále se otestuje stav oboustranného snímače, a v případě změny stavu IR závor oproti předchozímu testování se zapne odpočet doby pro záběr. Když se do této doby vlasce nepotáhne o nastavenou délku, tento čas se nastaví na výchozí hodnotu a při další změně snímače vlasce opět spustí. Pokud se vlasce popotáhne o větší kus v daném čase, než je nastavený, dojde k záseku ryby. [1]
3. přečte se hodnota uložená v EEPROM a pošle se druhému  $\mu\text{P}$  [1]

Přijatá hodnota se uloží a pomocí ní se určí střída pro nastavení polohy motoru pomocí PWM [2]

Pokud dojde k záseku, 1  $\mu\text{P}$  pošle pevně stanovenou hodnotu 2.  $\mu\text{P}$ , ten ji vyhodnotí jako zásek. Dojde k přerušení vykonávání pohybu a:

1. zapne se motor na navijáku [2]
2. přepne se napětí z 12V na 18V [2]
3. zvedne se prut nahoru (pro případ, že by byl dole) [2]
4. začne se pomocí snímače vlasce odpočítávat nastavená hloubka a po dosažení nuly (nulové hloubky) se odešle pevně stanovená hodnota pro ukončení navíjení [1]
5. při přijetí hodnoty pro ukončení navíjení se motor na navijáku vypne [2]
6. zobrazí se nabídka na displeji [1]

Část programu v assembleru:

```

PLAY   BSF PLAY_P   ; NASTAVÍ PŘÍZNAK PŘEHRÁVÁNÍ
      BCF REC_P     ; VYNULUJE PŘÍZNAK NAHRÁVÁNÍ
      BCF PIPAK     ; VYPNE PÍPÁK
      CALL MENU_PLAY ; ZOBRAZÍ MENU PRO PŘEHRÁVÁNÍ
      CALL SET_CH1
      CALL NAPETI   ; ZOBRAZÍ VE SPODNÍM ŘÁDKU "VOLTAGE V"
      MOVLW S_BYTE  ; VYŠLE HODNOTU PRO START PŘEHRÁVÁNÍ
      CALL SER_TX
      CALL PAUZA2
      CLRF ADRESA   ; NULOVÁNÍ ADRESY PRO START PROGRAMU VŽDY OD ZAČÁTKU
      MOVF POCET_PROTOCENI,W ; NACHYSTÁ POČET PROTOČENÍ
      MOVWF POCITADLO ;
      CLRF POCITADLO_ZC
      BSF INTCON,5 ; POVOLÍ PŘERUŠENÍ OD TMR0
WAIT_S  BTSS TL1    ; TL1 - STOP
      GOTO STOP
      CALL STAV     ; ZAJISTÍ VÝCHOZÍ POLOHU KDY OBĚ ZÁVORY JSOU ZAKRYTY
      SUBLW .3
      BTSS STATUS,Z
      GOTO WAIT_S

ZASEK_OK BCF INTCON,5 ; ZAKÁŽE PŘERUŠENÍ OD TMR0 - ZASTAVÍ PŘEHRÁVÁNÍ PROGRAMU
      BCF PLAY_P     ; VYNULUJE PŘÍZNAK PŘEHRÁVÁNÍ
      MOVF POCET_PROTOCENI,W ; PŘI ZÁSEKU SE NAPLNÍ REGISTRY PRO POČET PROTOČENÍ A PRO ČAS
      MOVWF POCITADLO
      MOVF DOBA_ZASEKU,W
      MOVWF ZASEK
      BCF MER_CAS   ; VYNULUJE PŘÍZNAK PRO START MĚŘENÍ ČASU
      BSF NAVIJENI ; nastaví příznak pro navíjení
      CALL MENU_NAVIJENI ; ZOBRAZÍ MENU PŘI NAVÍJENÍ
      MOVLW BRZDA   ; PŘEPNE BRZDU NA NAVIJÁKU
      CALL SER_TX
      GOTO SNIMANI  ; JDE NA SNÍMÁNÍ ZPĚTNÉHO ČÍTAČE

```

## Návod k obsluze:

Po zapnutí zařízení se na displeji zobrazí hlavní nabídka. Pro jednoduchost ovládání jsou tlačítka očíslována 1-5. V hlavní nabídce jsou tyto možnosti:

- 1 – REC** : po stisku tohoto tlačítka se začne ukládat do paměti ten pohyb, který si sami určíme pohybem programovacího joysticku.
- 2 – PLAY** : po stisku tlačítka 2 se zobrazí nabídka pro nastavení hloubky a další možnosti jsou:
  - 1 <** : návrat do hl. menu
  - 2 – CLEAR** : vynuluje počítadlo hloubky
  - 5 – PLAY** : spustí program
- 4 – JOYSTICK**: po stisku se aktivuje joystick, pomocí kterého si můžeme libovolně pohybovat s prutem
  - 3+4 – MENU** : stiskem tl.3 a tl.4 zároveň se vrátíme do hl. menu
- 5 – SET** : vstup do nastavení. Možnosti nastavení :
  - 1 – TURN** : nastavení délky odvinutí vlasce pro zásek
    - 2 – PLUS** : přidává délku (max. 18 cm)
    - 5 – BACK** : návrat o úroveň výš
  - 2 – TIME** : nastavení času (0,5-9,9)sec., do kterého se musí odvinout nastavená délka vlasce, jinak je to považováno za falešný záběr
    - 1 +** : přidá čas
    - 2 -** : ubere čas
    - 5 – BACK** : návrat o úroveň výš
  - 3 – FISH** : počítadlo chycených ryb
    - 1+2 – CLEAR** : vynuluje počítadlo
    - 5 - BACK** : návrat o úroveň výš
  - 4 – TEMP** : teplota vzduchu
    - 5 – BACK** : návrat o úroveň výš
- 5 >** : vstup do dalšího nastavení
  - 1 – MENU REPEAT** : nastavení času mezi cykly pohybu (1-99)sec.
    - 1 +** : přidá čas
    - 2 -** : ubere čas
    - 5 – BACK** : návrat o úroveň výš
  - 3 <** : zpět do předchozího nastavení
  - 5 – MENU** : hl. menu

Pokud běží program (zařízení pracuje) a dojde k záběru, potom se zapne motor na navijáku a na displeji se zobrazí **WAIT** a **1 – STOP** – toto tlačítko stiskneme pouze v případě, že je potřeba navíjení náhle přerušit nebo pokud by se vlasec nemohl z nastavené hloubky namotat do nuly. Pokud zařízení necháme, navíjení se ukončí po vytažení úlovku do „nulové hloubky“. Po té se zobrazí nabídka:



## FISH? 1 – YES 2 – NO

Po stisku tl. 1 se započítá úlovek a zobrazí se hl. menu

Po stisku tl. 2 se nezapočítá úlovek (je to bráno jako falešný záběr) a zobrazí se hl. menu

### **Přídavné moduly**

Pro případ, že se potřebujeme vzdálit od zařízení a chceme ho mít pod kontrolou lze na horní část přidělat malou barevnou kameru s bezdrátovým přenosem zvuku a obrazu na 2,4GHz. Pro zobrazení slouží 2,5'' barevný LCD displej s čtyř kanálovým přijmačem. Tento přijmač je napájen z Li-ion (Lithium – iontových) baterií. 3x3,6V/2200mAh.

**V příloze je veškerá dokumentace plošných spojů a program v assembleru**

### **Závěr**

Na celém zařízení bylo nejobtížnější odladění programu a elektroniky. Z počátku se vyskytovaly náhodné chyby. Tyto chyby byly způsobeny nedokonalým odrušením motorů, všech kontaktů tlačítek a způsobovaly ztuhnutí nebo restart programu. Mikropočítače jsou na veškeré zákmity a pokles napětí velmi citlivé. Proto se nevyplatí na těchto odrušeních šetřit. Celé menu je bohužel v angličtině, protože použitý displej nemá integrovanou českou jazykovou sadu (nepodporuje háčky a čárky).

Zařízení je odzkoušené a funkčnost předčila veškeré očekávání. Přestože nejsem zapáleným rybářem, díky této konstrukci si mohu dopřát rybí lahůdku po každé návštěvě rybníka. I přesto, že zařízení plní svou funkci skvěle, plánuji do budoucna další vylepšení jako např. nastavení síly záběru a zvážení úlovku pomocí tenzometrického snímače atd.

### **Poděkování**

V závěru bych chtěl poděkovat Ing. Jaroslavu Balzerovi a v neposlední řadě strýci a otci za mnoho užitečných rad a financování vývoje.

### **Použitá literatura**

1. Oldřich Peroutka - Mikrokontroléry PIC 16F87X a důležité rozdíly mezi řadou PIC 16F87X a PIC 16F87XA

Vydalo nakladatelství BEN – technická literatura, Praha 2005  
vydání

1.

2. Katalog GME 2005
3. internet - [www.microchip.com](http://www.microchip.com)