

## **MO. 22 — Vstupy a výstupy procesorů**

### **Idea vstupů a výstupů:**

- Používají se ke komunikaci procesoru s okolním hardwarem. Vstupy zajišťují přenos dat do procesoru, výstupy naopak odesílají výsledky zpracování ven k jiným zařízením.

### **Hardware provedení:**

- I/O operace se provádí přes např. sériové rozhraní a paralelní porty, PCIe sběrnice, USB porty, nebo GPIO (general-purpose input/output) u mikroprocesorů. Tyto porty umožňují připojení periférií, například klávesnice, myši, monitorů, tiskáren.

### **Zatížitelnost:**

- Zatížitelnost I/O linek označuje, jaký proud nebo výkon mohou porty přenášet, aniž by došlo k poškození nebo přetížení. I/O systémy jsou navrženy tak, aby odolaly maximálnímu možnému zatížení specifikovanému výrobcem.

### **• Přetížení:**

- K přetížení dochází, když proud nebo napětí na I/O pinu přesáhne jeho specifikaci. To může vést k:
  - Poškození pinu nebo celé I/O jednotky procesoru.
  - Zvýšenému zahřívání součástí, které může způsobit jejich nefunkčnost.
  - Trvalému zničení procesoru či jiných součástek.
- Přetížení se můžeme vyhnout použitím proudové omezovací rezistory, zajištění správné napěťové úrovně, ...

### **Konfigurace:**

- Konfigurace probíhá na základě účelu aplikace. Například nastavení I/O adres, určení, které porty budou použity jako vstupy a které jako výstupy, a jakým způsobem budou komunikovat s ostatními zařízeními.

### **Komunikace:**

- Mezi procesorem a periferiemi probíhá buď synchronně, nebo asynchronně.
- **Synchronní** komunikace je řízena hodinovým signálem, zatímco **asynchronní** komunikace závisí na ručním přenosu dat bez časování. Používají se také protokoly, jako je I2C, SPI nebo UART, k řízení přenosu.
- **I2C**
  - Multimasterová sériová sběrnice. Používána k připojování pomalejších periférií k základní desce, vestavěnému systému nebo mobilnímu telefonu.

### **Konfigurovaný I/O:**

- Umožňuje programově nastavit jednotlivé piny I/O portů podle požadavků aplikace. Například u mikrořadičů je možné každý pin nastavit buď jako vstup, nebo výstup, a tím určit, jaké zařízení bude na pin připojeno.

### **Vstupně-výstupní multiplex (I/O multiplexing):**

- Umožňuje, aby procesor komunikoval s více zařízeními pomocí jednoho nebo několika portů. Místo toho, aby měl pro každé zařízení samostatný port, využívá přepínání mezi zařízeními, čímž šetří zdroje.

### **Řešení:**

- Moderní procesory pro řešení I/O operací využívají přímý přístup do paměti (DMA) a programovatelný vstupně-výstupní řadič (PIO), které optimalizují a urychlují zpracování I/O operací bez nutnosti neustálého zásahu procesoru.

### **Důvody:**

- Efektivní vstupně-výstupní systém umožňuje procesoru efektivně řídit periferní zařízení, optimalizovat výkon a minimalizovat prostoje systému. Kvalitní I/O řešení vede k rychlejší reakci systému, což je zásadní v reálných časech a průmyslových aplikacích.

Důvod	+ (Výhody)	- (Nevýhody)
Efektivita	Rychlejší a efektivnější zpracování dat.	Vyšší složitost návrhu obvodů.
Optimalizace výkonu	Snížení prostojů a lepší využití systémových zdrojů.	Vyšší nároky na správu a údržbu I/O systémů.
Flexibilita	Možnost snadné změny konfigurace pinu pro různé aplikace.	Potřeba přizpůsobení softwaru pro specifické úkoly.
Škálovatelnost	Možnost připojení více periférií s využitím multiplexování.	Snížení rychlosti komunikace s více zařízeními.
Ochrana a zabezpečení	Použití ochranných obvodů může zabránit poškození.	Potřeba dodatečných komponentů a jejich nákladnost.

### Důvod pro to jak je zapojený převodník a proč je tak zapojený:

1. **Používáme rezistory**, protože omezují proud, což chrání převodník a připojená zařízení před přetížením a možným poškozením.
2. **Používáme úrovnňové překladače**, protože umožňují plynulou komunikaci mezi zařízeními, která pracují na různých napětích, a zajišťují, že signály budou správně interpretovány.
3. **Zapojíme optoizolátory**, protože poskytují elektrickou izolaci, což chrání procesor před vysokými napětími a rušením, čímž zvyšují bezpečnost systému.
4. **Používáme multiplexory**, protože umožňují přepínání mezi více signály, což zjednodušuje připojení periférií a šetří prostor na desce plošných spojů.
5. **Integrovaní standardních rozhraní** (např. I2C, SPI), protože zajišťuje snadné připojení zařízení, což usnadňuje vývoj a zvyšuje modularitu systému.

### A/Č vstupy a výstupy (analogové a číslicové):

- Číslicové I/O pracují s 0 nebo 1, zatímco analogové I/O pracují s plynulými signály, jako je napětí. Pro převod mezi těmito signály se používají A/D (analogově-digitální) a D/A (digitálně-analogové) převodníky.

### Použití:

- Vstupní a výstupní porty procesoru se využívají k připojení široké škály zařízení, od senzorů a aktorů, přes klávesnice, monitory, až po komplexní síťová zařízení (např. routery a switchy).

## Vstupně-výstupní pin, charakteristika:

- Je fyzický pin na procesoru, který může být nakonfigurován buď jako vstup pro přijetí signálu, nebo jako výstup pro odeslání signálu. Tyto piny pracují s různými úrovněmi napětí (např. 3.3V nebo 5V) a mají různou impedanci nebo proudovou zatížitelnost.

## Druhy vstupně-výstupních pinů:

- Existuje několik druhů podle jejich funkce a konfigurace:
  - **Digitální vstupy/výstupy (DIO):** Pracují s binárními signály (logická úroveň 0 a 1).
  - **Analogové vstupy/výstupy (AIO):** Pracují s plynulými signály (např. napětí mezi 0-5V).
  - **Speciální piny:** Například UART, I2C, SPI pro komunikaci s periferiemi.

## Konfigurace pinu a připojení na periferii:

- Provádí se pomocí softwaru, kde se každý pin může nastavit buď jako vstupní, nebo výstupní. Procesory mají často vestavěné obvody (např. pull-up nebo pull-down rezistory), které umožňují konfiguraci pinu bez přidání dalších komponentů. Připojení na periferii se dělá propojením pinů s vnějšími zařízeními, jako jsou LED, senzory nebo tlačítka.

## Techniky přizpůsobení vstupního a výstupního signálu:

- Pro přizpůsobení signálů mezi procesorem a periferiemi se používají různé techniky, jako je **úroveň překladače (level shifter)** pro přizpůsobení napěťových úrovní (např. z 3.3V na 5V), **impedanční přizpůsobení** pro optimalizaci přenosu signálu, nebo **ochranné diody** pro ochranu před přepětím.

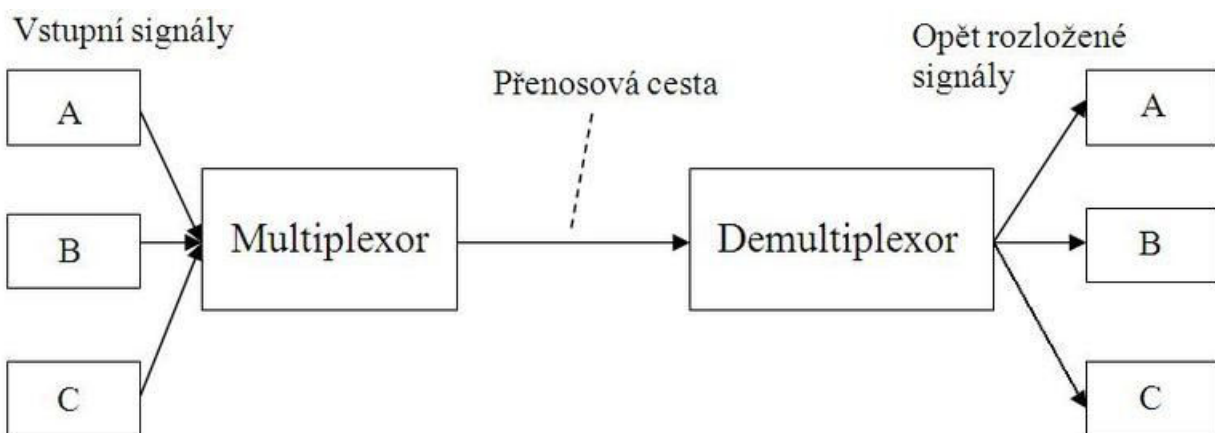
## Druhy vstupních a výstupních signálů:

- Signály, které jsou zpracovávány vstupně-výstupními piny, mohou být:
  - **Digitální signály:** Logické úrovně (např. 0V pro logickou nulu a 5V pro logickou jedničku).
  - **Analogové signály:** Plynulé signály s různými hodnotami napětí, které se používají pro měření fyzikálních veličin (teplota, tlak).

- **Pulsně-šířková modulace (PWM):** Druh výstupního signálu používaný pro řízení rychlosti motorů, jas LED nebo jiných zařízení.

### Typické externí periferie:

- K procesoru se často připojují následující externí periferie:
  - **Resetovací obvod:** Používá se k resetování procesoru v případě potřeby, například po chybě nebo při spuštění.
  - **Napájecí obvod:** Stabilizuje a poskytuje napájení procesoru.
  - **Xtall (krystalový oscilátor):** Zajišťuje stabilní hodinový signál pro procesor.
  - **LED diody:** Slouží jako indikátory pro stav zařízení.
  - **Senzory (např. teplotní, tlakové, vlhkostní):** Poskytují analogové nebo digitální data procesoru.
  - **Klávesnice a myš:** Umožňují uživatelské rozhraní s procesorem.
  - **Displeje (LCD, OLED):** Slouží k zobrazení informací uživateli.
  - **Motorové ovladače:** Používají se pro řízení motorů u mechanických zařízení.
  - **Paměťové moduly (např. RAM, EEPROM):** Umožňují procesoru ukládat a číst data pro operace.
  - **ADC (Analog-to-Digital Converter):** Převádí analogové signály na digitální pro zpracování procesorem.
  - **DAC (Digital-to-Analog Converter):** Převádí digitální signály na analogové pro řízení externích zařízení.
  - **Kamera:** Poskytuje vizuální data (obraz).



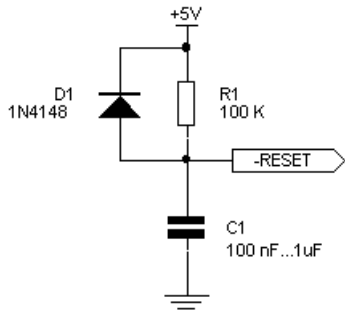


Schéma resetovacího zapojení

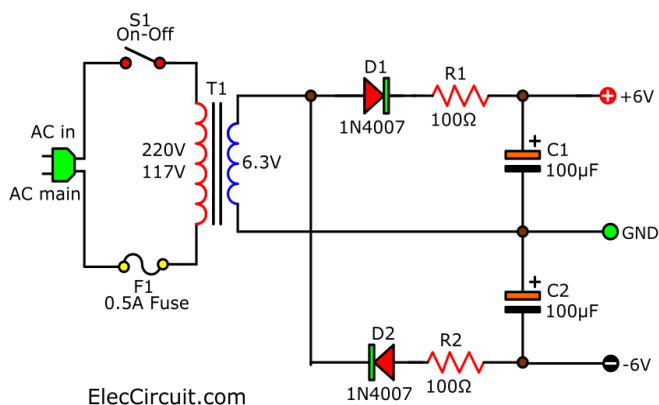
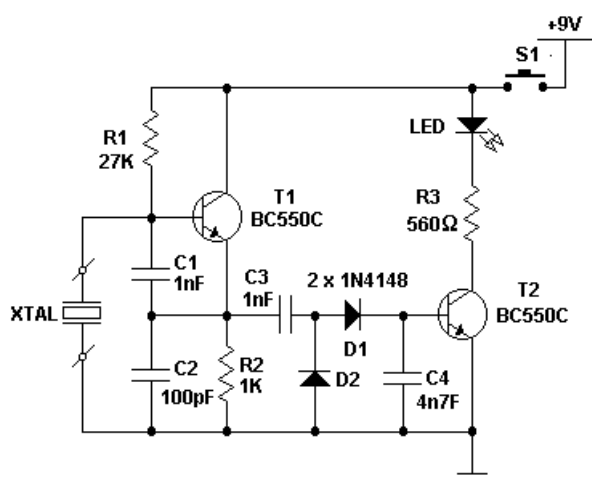
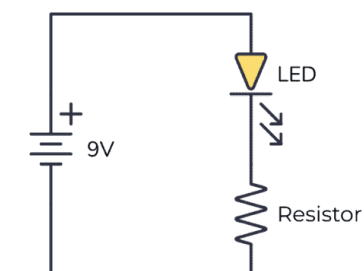


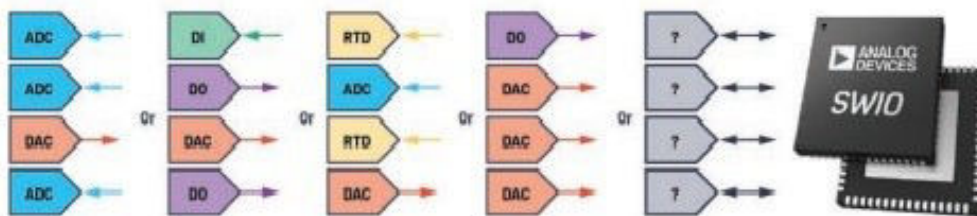
Schéma napájecího obvodu



XTal Tester - schéma zapojení



Základní zapojení LED



Obr. 1  
Počet kanálů a jejich  
konfigurační možnosti

Tabulka 1 Možnosti nastavení funkce I/O	
Funkce kanálů: (Programováno přes CH_FUNC_SETUPx registry)	Příklad
Vysoká impedance	Optional pull down
Napětový výstup	Ochrana proti zkratu (short-circuit)
Proudový výstup	Detekce otevřeného obvodu (open-circuit)
Napětový vstup	Pull-down rezistor, režim pro měření termočlánků
Proudový vstup (externě napájený)	Ochrana proti zkratu, HART-compatible režim
Proudový vstup (napájený ze smyčky)	Ochrana proti zkratu, HART-compatible režim
Odporové měření	Ratiometrické měření, 2-3vodičové měření s RTD
Digitální vstup	Možnost zapnutí/vypnutí vstupního filtru, debouncer
Digitální vstup (napájený ze smyčky)	Možnost zapnutí/vypnutí vstupního filtru, debouncer

Možnosti konfigurace funkcí I/O na čipu SWIO, včetně funkcí kanálů a jejich příkladů použití