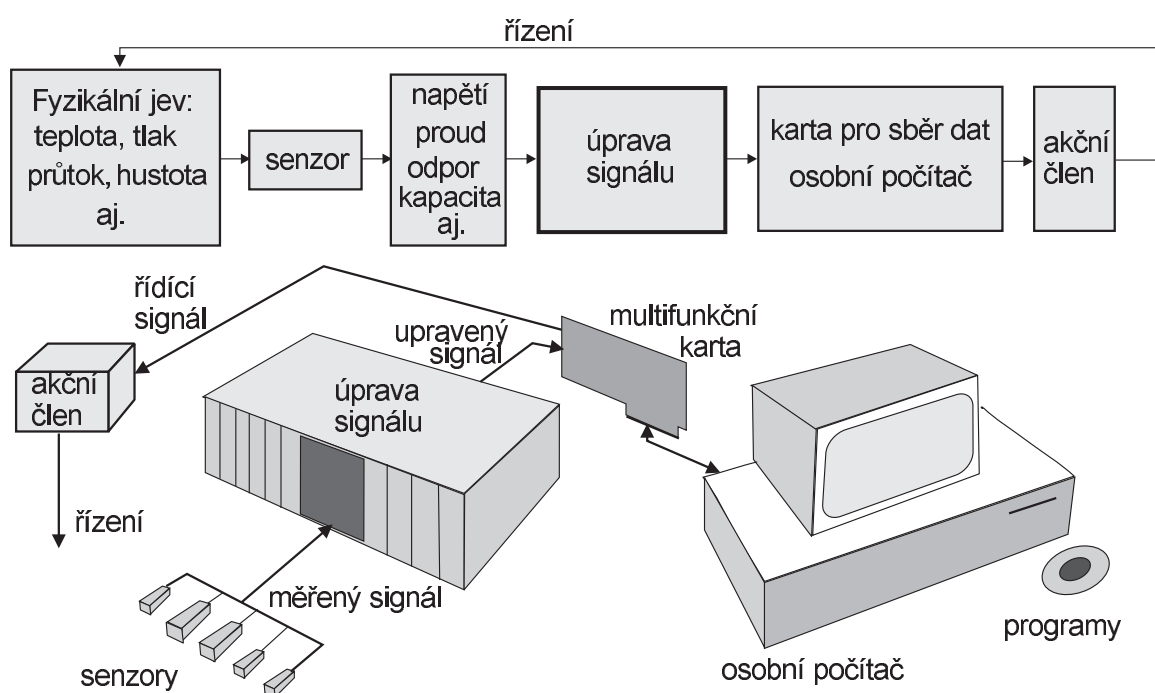


3. Sběr dat pomocí PC

V současné době využívají osobní počítač inženýři a vědci ve výzkumu, průmyslovém řízení, při testování a měření. Do rozšiřující sběrnice základní desky počítače se jednoduše zasune měřicí karta a uvede do činnosti pomocí vhodného programu. Vznikne tak počítačový **system pro sběr dat** (data acquisition system). Má-li být tento systém optimální pro daný problém musíme vhodně volit jeho jednotlivé části. Jsou to (obr. 3.1):

- * osobní počítač (PC)
- * senzory
- * úprava signálu
- * technické vybavení pro sběr dat
- * programové vybavení



Obrázek 3.1: Typický systém pro sběr dat s využitím osobního počítače

3.1 Senzory

Senzory převádějí fyzikální veličiny na elektrický signál, který je zpracován počítačem. Na př. termočláanky, odporové teploměry, termistory a polovodičové senzory teploty převádějí teplotu na elektrické napětí nebo odpor. Rovněž tenzometry a některé senzory tlaku převádějí sílu, tlak nebo průtok na elektrické signály - viz kap. 6.

3.2 Úprava signálu

Úprava signálu dává možnost vytěžit z tohoto signálu maximum informací. Některé senzory vyžadují pro převod fyzikální veličiny na elektrický signál speciální obvod. Dále je nutno elektrický signál získaný ze senzorů zesílit pro další zpracování, zejména např. A/Č převodníkem. Je vhodné odstranit rušivé složky filtrací. V případě, že senzor může přijít do kontaktu s napětím, které by mohlo ohrozit elektroniku počítače, je nutno použít izolační zesilovač. Principům používaných elektronických obvodů je věnována kap. 8.

Senzor	Elektrické vlastnosti	Požadavky na úpravu signálu
termočlánek	parazitní termočlánky nízká úroveň signálu malá citlivost nelineární výstup	kompensace velké zesílení vysoká rozlišovací schopnost linearizace
odporový teploměr	odporový výstup malý odpor (100 Ω typ.) malá citlivost nelineární výstup	proudové napájení 4 nebo 3drátové. zapojení vysoká rozlišovací schopnost linearizace
termistor	odporový výstup velký odpor a citlivost silně nelineární výstup	proudové nebo napěťové napájení referenční odpor linearizace
tenzometr	odporový výstup malý odpor velmi malá citlivost nelineární výstup	proudové napájení můstkové zapojení 3drátové zapojení linearizace

Tabulka 3.1: Požadavky na úpravu signálu typických senzorů

Zesílení signálu

Signál zesílíme zesilovačem (viz odst. 8.3). Umístíme-li zesilovač k senzoru, zlepšíme poměr signálu k rušivým složkám, které se mohou indukovat z okolí do vedení. Pro dosažení maximální přesnosti měření musíme signál zesílit tak, aby jeho rozsah odpovídal vstupnímu rozsahu měřicí karty.

Vodivé oddělení senzoru od PC

Další běžná úprava signálu spočívá ve vodivém (též galvanickém) oddělení senzoru od počítače. Vodivým oddělením rozumíme zamezení průtoku proudu v případě, že připojíme mezi oddělované objekty napětí, které se vyskytuje v napájecích obvodech, t.j. stejnosměrné nebo střídavé o kmitočtu napájecí sítě. Používá se v případech, že senzor je v přímém kontaktu, nebo se může dostat do kontaktu s elektrickým napětím větším, než povolují vstupní obvody měřicí karty. Někdy se může objevit pouze impuls takového nebezpečného napětí a je potřeba před ním počítač chránit. Vodivé oddělení je nutné i v případě, že zemní potenciál měřeného objektu je jiný, než zemní potenciál počítače. Rozdíl těchto potenciálů by se nám přičítal k měřenému signálu. Rovněž v případě měření na živých organizmech se používají izolační zesilovače (viz odst. 8.3.7). V tomto případě chrání pacienta před možným průnikem nebezpečného napětí, např. při poruše síťového zdroje v počítači. Použití izolačního zesilovače vylučuje vytvoření uzavřené smyčky zemních vodičů a zajistí správný přenos signálu.

Filtrování signálu

Běžně získaný signál obsahuje navíc rušivé složky. Ty vznikají jednak přímo v měřicím řetězci z fyzikální podstaty použitých prvků a jednak se do měřicího řetězce dostávají

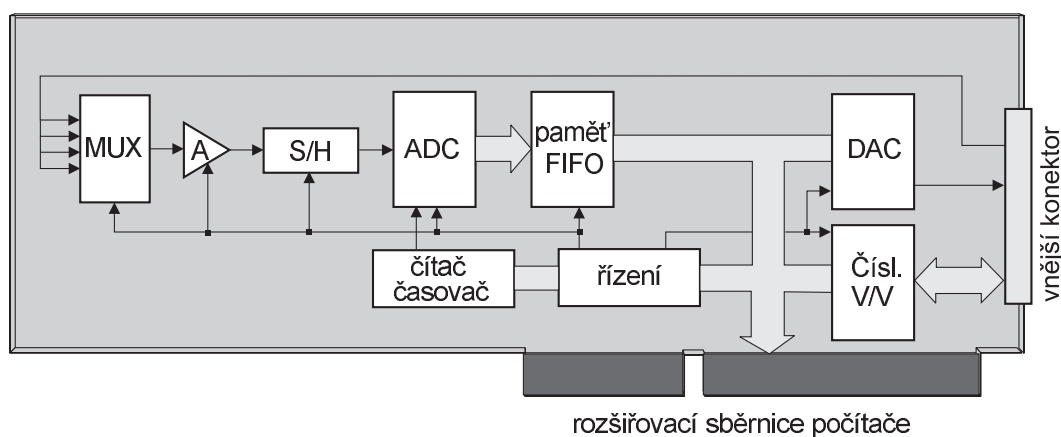
z okolního prostředí. Filtrace elektrického signálu spočívá v oddělení žádoucích a nežádoucích frekvenčních složek pomocí filtrů. Volíme takový filtr, který žádoucí složky propustí a nežádoucí potlačí. Typickým příkladem je použití dolní propusti při zpracování pomalu se měnícího signálu při měření teploty. Další je běžné použití filtru k odstranění aliasingu (viz odst. 8.5). V podstatě se jedná rovněž o dolní propust se strmým přechodem mezi pásmem propustnosti a útlumu. Filtr propustí pouze kmitočty ležící v kmitočtovém rozsahu použité měřicí karty. Tento kmitočtový rozsah je výrobcem specifikován.

Napájení senzorů

Senzory většinou potřebují zdroj elektrického napětí nebo proudu, aby mohlo dojít k přeměně fyzikální veličiny na elektrický signál. Např. odporový teploměr potřebuje zdroj konstantního proudu, aby mohla být převedena změna jeho odporu závislá na teplotě na změnu elektrického napětí, které se dále zpracovává. Jedná se v podstatě rovněž o úpravu signálu.

Linearizace

Další důležitá úprava signálu spočívá v jeho linearizaci. Celá řada senzorů má nelineární charakteristiku, která se může lišit kus od kusu i u stejného typu. Linearizace těchto charakteristik se provádí programem. Typické požadavky na přizpůsobení signálů základních typů snímačů uvádí tab. 3.1.



Obrázek 3.2: Blokové schéma multifunkční karty

3.3 Technické vybavení pro sběr dat

Základním prvkem technického vybavení pro sběr dat osobním počítačem je **multifunkční karta**, která může provádět měřicí i řídicí činnost, tj. přijímat i generovat analogové a číslicové signály. Proto je většinou vybavena analogovými a číslicovými vstupy i výstupy, takže může přijímat i vysílat informace v analogové i číslicové formě. Karty jsou určeny pro zasunutí do rozšiřující sběrnice ISA, PCI aj. Na panelu karty umístěném na zadní stranu počítače jsou konektory pro analogové i číslicové signály.

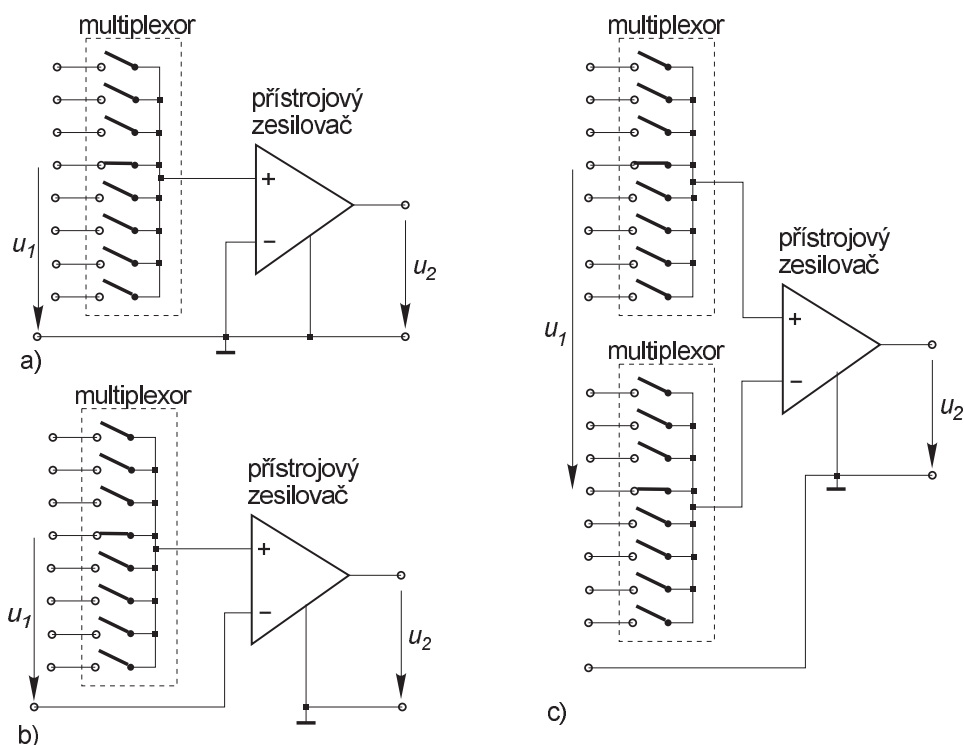
Blokové schéma takové karty uvádí obr. 3.2. Analogově číslicová (měřicí) část karty sestává z řetězce následujících obvodů. Volitelně **symetrický nebo asymetrický multiplexor** MUX přepíná jednotlivé analogové vstupy na **zesilovač s nastavitelným zesíle-**

ním. Zesílení se nastavuje buď programem nebo ručně spínači umístěnými na kartě. Odtud je signál přiveden na **vzorkovací jednotku** (S/H), která sejme vzorek analogového signálu a drží jej po celou dobu A/Č převodu. **A/Č převodník** (ADC) pracuje nejčastěji na principu postupné aproximace. A/Č převod lze spouštět programově, vnějším signálem nebo periodicky **časovačem** (timer). Výsledky A/Č převodu se ukládají do datového registru nebo u rychlejších verzí do **paměti FIFO** (first-in, first-out).

Přenos dat z paměti FIFO do počítače probíhá následovně:

1. Sejmutá data jsou uložena do paměti FIFO na kartě.
2. Data jsou přenesena do počítače pomocí přerušení nebo DMA (viz odst. 2.2.3).

Pro generování signálů je karta vybavena (většinou dvěma) **Č/A převodníky** (DAC). Speciální karty pro řízení mají např. deset Č/A převodníků, nemají však analogově číslicovou část. Dále je multifunkční karta vybavena **čítačem/časovačem** (counter/timer), který slouží např. k čítání impulsů, řízení časových parametrů impulsů a ke generování impulsních průběhů i jednotlivých impulsů. Hlavní specifikací čítače/časovače je jeho rozlišení a kmitočet hodin. Typické hodnoty jsou 2 x 24 bitů, 20 MHz. Rozlišení je počet bitů čítače. Větší kmitočet hodin znamená, že čítač čítá rychleji a tedy může čítat vyšší kmitočty impulsů přivedených na vstup. Rovněž může generovat pulsní průběhy na vyšších kmitočtech. Vlastnosti multifunkčních karet jsou charakterizovány celou řadou parametrů, které stručně probereme v následujícím textu. **Základními parametry karet pro sběr dat** jsou: počet a vstupní rozsah analogových vstupů (kanálů), rychlost vzorkování, rozlišitelnost karty.



Obrázek 3.3: Multiplexor se vstupem a) SE b) NRSE c) DI

3.3.1 Základní vlastnosti analogových vstupů

Analogové vstupy mohou být **asymetrické** (SE - single ended), nebo **symetrické** (DI - differential), obr. 3.3c. Asymetrické vstupy mají jeden vstupní kontakt uzemněn (obr. 3.3a), případně připojen do společného uzlu, jehož potenciál se může vůči potenciálu země měnit (NRSE - non referenced single ended), obr. 3.3b. Asymetrické zapojení vstupu se užívá zejména v případech:

- * vstupní signál má vysokou úroveň ($> 1V$)
- * přívody od zdroje signálu jsou krátké ($< 3m$)
- * všechny vstupní signály mohou mít společnou zem.

Pokud signál nesplňuje tato kritéria, je vhodné použít symetrický vstup. Symetrický vstup používá dva přívody signálu, které mají proti zemi stejnou impedanci, obr. 3.3c. Potom je rušivé napětí přicházející z okolí na obou vodičích stejně velké vůči zemi, takže následující rozdílový zesilovač je silně potlačí. Toto nežádoucí stejné napětí přiváděné na oba vstupní vodiče označujeme jako **souhlasné** (common-mode) na rozdíl od napětí měřeného signálu, které označujeme jako **rozdílové** (differential mode) - signál má na vodičích opačnou polaritu vzhledem k zemi (vstupy jsou značeny + a -). Běžná multifunkční karta má 8 symetrických nebo 16 asymetrických analogových vstupů. Počet vstupů se dá pomocí přídatných modulů externích analogových multiplexorů podstatně rozšířit (běžně 256 vstupů na jednu kartu).

3.3.2 Rychlost vzorkování

Rychlost vzorkování (vzorkovací kmitočet) udává kolik vzorků je deska schopna zpracovat za sekundu. Pokud není rychlost vzorkování dostatečně velká, dojde k podvzorkování a tím ke ztrátě informace. Obecně platí, že rychlejší vzorkování umožňuje lepší reprodukci původního signálu. Nicméně, rychlé karty jsou podstatně dražší a proto je nutno při volbě desky vyjít z frekvenčního spektra měřeného signálu. Podle **vzorkovacího teoremu** stačí dvojnásobný vzorkovací kmitočet, než je nejvyšší kmitočet spektra měřeného signálu. Pokud je vzorkovací kmitočet menší než tato hodnota, dochází k aliasingu (viz odst. 8.5). Např. akustické signály obsahují kmitočty do 22 kHz. Proto zvukové karty používané v počítačích mají A/Č převodníky se vzorkovacím kmitočtem 44 kHz, což odpovídá 44 kS/s (nověji se dnes užívá pro rychlost vzorkování jednotka **sample/s** (S/s tj. vzorek/s). Rychlost vzorkování se běžně pohybuje v rozsahu 20 kS/s až 20 MS/s.

3.3.3 Metody vzorkování

Vzorkování několika připojených signálů může být **postupné** (sekvenční) nebo **současné** (simultánní). Běžně se užívá postupné vzorkování, při němž se na vstup vzorkovací jednotky postupně připojuje jeden vstupní signál za druhým. Tím mezi vzorky sejmутými z jednotlivých signálů vzniká časový posuv. Ten se dá odstranit současným vzorkováním, při němž je každý kanál vybaven samostatnou vzorkovací jednotkou. Větší počet vzorkovacích jednotek (viz odst. 8.6) ovšem zvyšuje cenu karty. Samozřejmě signály, které se mění pomalu (teplota, tlak) stačí vzorkovat postupně rychle za sebou a vzorkování opakovat v delších intervalech. Pak lze vystačit s jednou vzorkovací jednotkou, neboť časový posuv mezi vzorky je zanedbatelný vzhledem k pomalé změně signálů. U postupného vzorkování je nutno při určování rychlosti vzorkování vzít v úvahu počet kanálů. Např. karta mající rychlost vzorkování 1,25 MS/s a deset vzorkovaných kanálů bude každý kanál vzorkovat maximálně rychlostí 125 kS/s.

3.3.4 Rozlišitelnost

Rozsah A/Č převodníku, rozlišení A/Č převodníku a zesílení dosažitelné na kartě určují rozlišitelnost, kterou můžeme pomocí zvolené karty dosáhnout.

Rozsah A/Č převodníku je určen maximální hodnotou napětí, kterou A/Č převodník může zpracovat s definovanou přesností. Typicky bývá 10 V.

Rozlišení A/Č převodníku udává počet bitů jeho výstupního slova. Běžné hodnoty charakterizující A/Č převodníky na multifunkčních kartách jsou 12 a 16 bitů. Obecně platí, že více bitů zajistí větší přesnost, ale menší rychlost. Rychlost samozřejmě závisí na principu činnosti A/Č převodníku (odst. 8.8).

Rozlišitelnost odpovídá hodnotě 1 *LSB* karty (viz str. 120) a určíme ji ze vztahu

$$LSB = \frac{U_{FS}}{A \cdot 2^n} \quad (3.1)$$

kde U_{FS} je rozsah A/Č převodníku,
 A je zesílení,

n je rozlišení A/Č převodníku. Např. karta se zesílením 100 a rozsahem 16bitového A/Č převodníku 10 V, má rozlišitelnost 1,5 μ V. To je současně váha *LSB* této karty.

3.4 Programové vybavení

Technické vybavení pro sběr dat bez dobrého programového vybavení nemá velkou cenu. Každá multifunkční karta je vybavena programovým ovládačem (driver). Ovládač vytváří programovou vrstvu, která přímo adresuje registry technického vybavení a přizpůsobuje ho počítačovým prostředkům, jako je přerušování činnosti procesoru, DMA a paměť. Existence ovládače osvobodí uživatele od nepříjemného programování na nejnižší úrovni a současně nabízí uživateli snadno pochopitelné grafické rozhraní. Funkce ovládače lze rozdělit na ovládání A/Č řetězce, Č/A řetězce, číslicových vstupů/výstupů a čítače/časovače. Kromě zajištění přenosu dat do a z počítače by měl dobrý ovládač zajišťovat:

- * sběr dat určenou vzorkovací frekvencí
- * sběr dat na pozadí zatímco probíhá běžná práce na počítači
- * využití číslicových vstupů/výstupů, přerušování a DMA pro přenos dat
- * přenášet data z disku a na disk
- * zajistit více funkcí současně
- * umožnit současnou činnost více než jedné karty
- * zajistit dokonalou součinnost se zařízením pro úpravu signálu.

Také je nutno ověřit, zda ovládač bude funkční s operačním systémem počítače do něhož chceme zasunout multifunkční kartu.