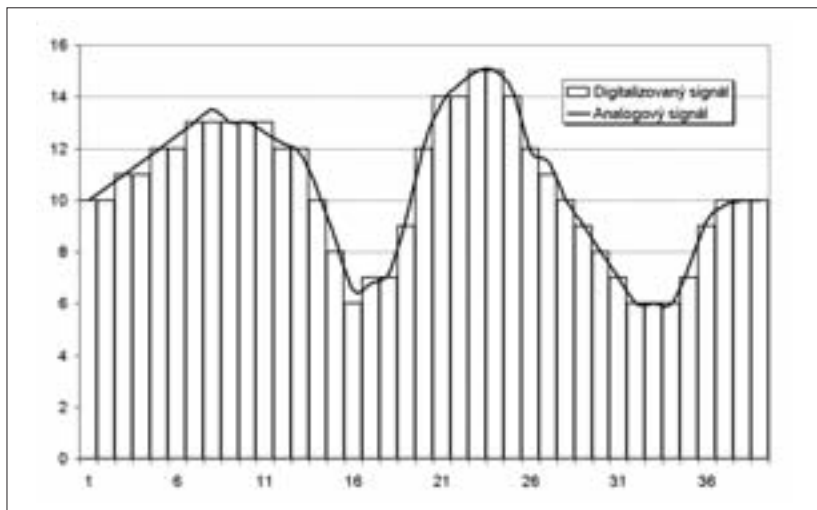


Obecný úvod do autoelektroniky

Analogové a digitální signály

Průběhy fyzikálních veličin jsou od přírody analogové. Jako analogový průběh (analogový signál) označujeme přitom takový, který mezi dvěma krajními stavy (např. minimem a maximem) může nabývat nekonečného množství hodnot. Oproti tomu digitalizovaný signál může nabývat pouze konečného počtu hodnot. Množství těchto mezilehlých hodnot je přitom závislé na způsobu digitalizace reálného signálu. Rozdíly mezi signály vidíme na připojeném grafu.



Obr. 1 Analogový a digitalizovaný průběh. Při digitalizaci se vždy část původní vypočítací hodnoty nenávratně ztratí.

Při digitalizaci signálu musíme vždy vědět, jaký je požadovaný rozsah vstupu nebo výstupu a s jakou přesností potřebujeme rozlišit změny, které v jeho průběhu nastanou. Toto rozlišení definujeme počtem bitů, na které je signál převodníkem rozložen. V praxi používáme nejčastěji následující rozlišení:

Počet bitů	Počet úrovní
8	255
12	4095
16	65535
32	4294967295

V praxi to tedy znamená, že pokud budeme snímat například napětí 0–5 voltů v rozlišení 8 bitů, bude nejmenší rozlišitelná změna 5/255 tj. 0,019 V, což může být pro řadu účelů plně dostačující přesnost snímání.

Snímejme však jinou veličinu – otáčky motoru. Představme si motocyklový motor, pracující v rozsahu do 20000 ot/min. V tomto případě bychom při 8bitovém rozlišení dostali přesnost snímání otáček 78 min⁻¹, což je např. pro účely regulace volnoběžných otáček, které máme udržovat v rozmezí ±100 min⁻¹, přesnost naprosto nedostačující.

Při požadavku regulace ±100 min⁻¹ potřebujeme snímat s přesností alespoň 10 min⁻¹, což znamená použít preciznější digitalizaci – místo 8bitové tedy aplikujeme 16bitovou. Při ní dostaneme rozlišení 0,3 min⁻¹, což je již přesnost naprosto vyhovující.

Můžete se samozřejmě zeptat, proč automaticky neaplikujeme vysoké bitové rozlišení. Odpověď je v tomto případě poměrně prostá – použití vysokých rozlišení klade v následném zpracování signálu vyšší nároky na kapacitu paměti, výpočetní čas, přenos dat po sběrnicích a s tím související rychlost zpracování. Nakonec se vše projeví i v cenách zařízení.

Digitální přenosy a TTL logika

Elektronické číslicové obvody jsou standardizovány tak, aby pracovaly se signály v rozmezí 0 až 5 voltů. Současně s tím však digitální technika rozlišuje principiálně pouze 2 základní stavy – „zapnuto“ a „vypnuto“, neboli tzv. logickou jedničku a logickou nulu (binární číslicová soustava). Pomocí posloupnosti „0“ a „1“ potom můžeme vyjádřit jakoukoli hodnotu. Uvedme si malý příklad:

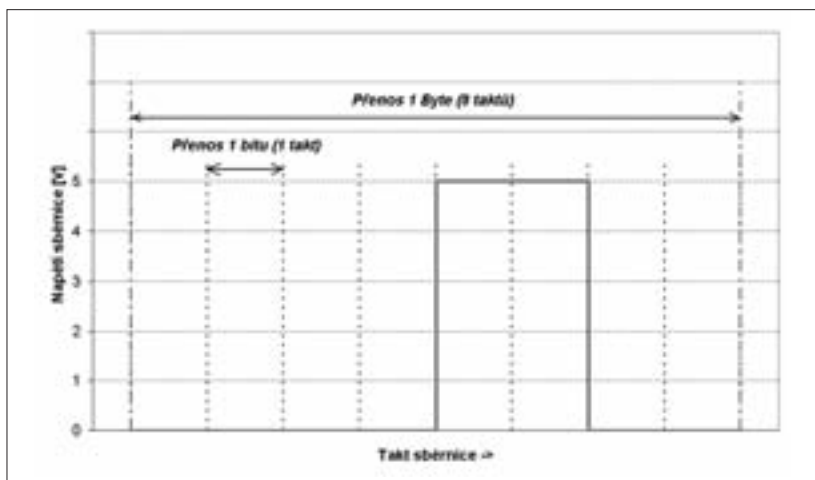
Decimální vyjádření	Binární vyjádření
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011

Decimální vyjádření	Binární vyjádření
4	0100
5	0101
10	1010

Elektricky vyjadřujeme logickou „1“ napětím v rozmezí 2,0–5,0 V, logickou „0“ potom napětím v rozmezí 0,0–0,8 V. Úroveň napětí mezi 0,8 až 2,0 V patří do tzv. zakázané oblasti, při níž není chování elektronických členů definováno.

Převod analogové veličiny na binární vyjádření má za úkol tzv. analogově-digitální (AD) převodník. Opačný úkol, tj. z digitálního signálu vytvořit analogový signál např. pro ovládání servomotoru škrticí klapky nebo výfukové přívěry, zajišťuje digitálně-analogový (DA) převodník.

K přenosu digitálního signálu slouží tzv. sběrnice. Popišme si ukázkou přenosu po jednoduché dvou vodičové sběrnici (viz obr.):



Obr. 2 Přenos digitálního signálu po jednoduché sběrnici. Na ukázkě je přenášen 1 byte (8 bitů).

Na vstupu mějme analogovou veličinu, např. napětí, dosahující úrovně v našem případě 12 V. Toto napětí je 8bitovým převodníkem převedeno do binární formy. Bude-li pro zjednodušení rozsah snímání do 255 voltů, dostaneme na výstupu z převodníku hodnotu „00001100“. Tuto hodnotu

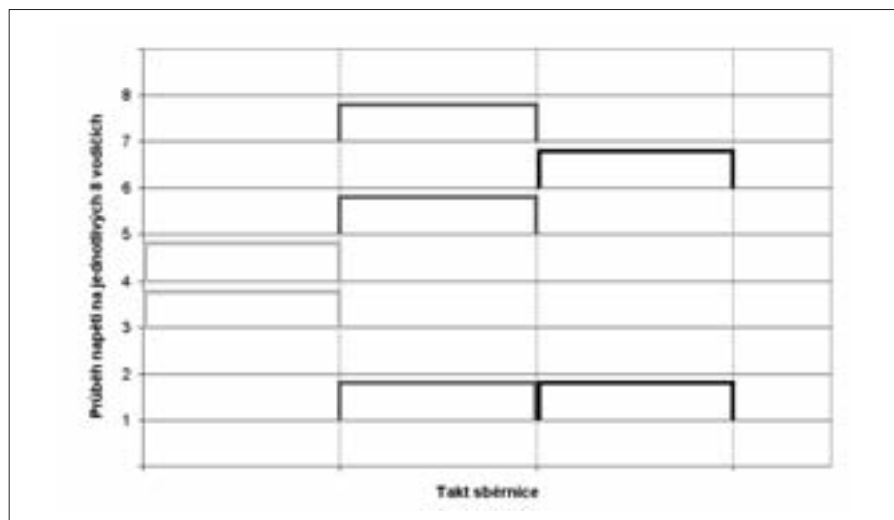
nyní musíme vyjádřit elektricky. To provedeme pomocí periodických změn napětí sběrnice, které bude v našem případě nabývat v definovaných časových intervalech (tzv. taktu sběrnice) hodnot „0 V – 0 V – 0 V – 0 V – 5 V – 5 V – 0 V – 0 V“.

Na druhém konci vodičů bude přijímací zařízení, které bude signál dále zpracovávat. Toto zařízení musí „poslouchat“ na sběrnici přesně ve stejných časových intervalech, aby správně detekovalo vyslanou hodnotu.

Zamyslíme-li se nad tímto typem přenosu, vidíme, že je poměrně časově náročný. Pokud bychom jej potřebovali zrychlit, máme dvě základní možnosti:

- Zrychlit frekvenci přenosu – ta je však limitována použitým vedením (konstrukce, délka) a rychlostmi všech zařízení na sběrnici.
- Přenést všech 8 hodnot najednou – v tomto případě však potřebujeme ne 2 vodiče, ale 9 vodičů (8× signál, 1× kostra). V tuto chvíli jsme dospěli k tzv. 8bitové sběrnici. Použijeme-li ještě více vodičů, získáme např. 16 či 32bitovou sběrnici.

Rychlost přenosu vyjadřujeme v tzv. baudech (zkratka Bd). 1 baud představuje 1 přenesený bit za 1 sekundu (někdy též označujeme „bps“).



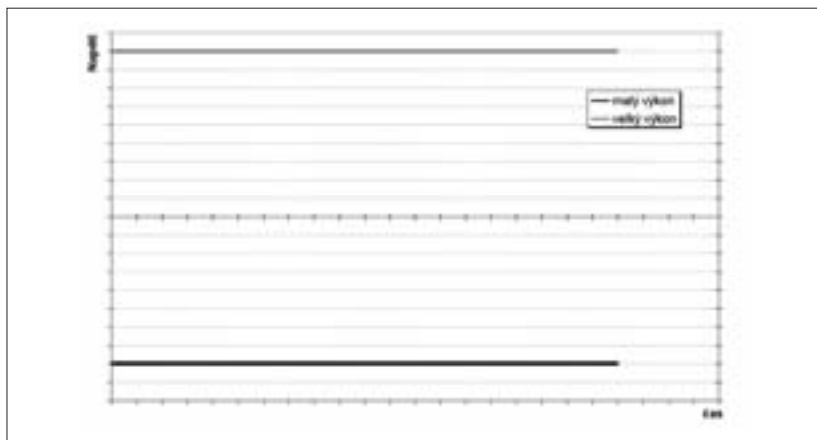
Obr. 3 Přenos signálu po 8bitové sběrnici. Na jeden takt je přeneseno vždy všech 8 bitů najednou, jedná se o tzv. paralelní přenos.

Principy regulací

Potřebujeme-li při řízení regulovat velikost nějaké veličiny, např. průtoku, vyhřívání apod., máme v principu dvě základní možnosti, jak ji provést.

Analogová regulace

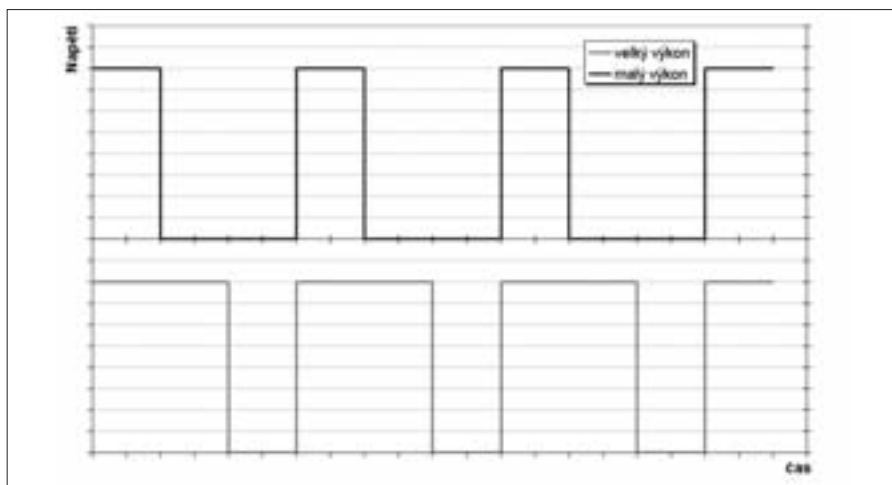
Při tomto přístupu využíváme přímé závislosti regulované veličiny na ovládacím signálu. Jako příklad si uveďme regulaci vyhřívání. Teplota topného tělíska bude jistě závislá na napětí, jakým jej budeme napájet. Při malém napětí bude topný výkon také malý a výsledná teplota nízká, zatímco při vyšším napětí bude topný výkon velký a výsledná teplota také vysoká.



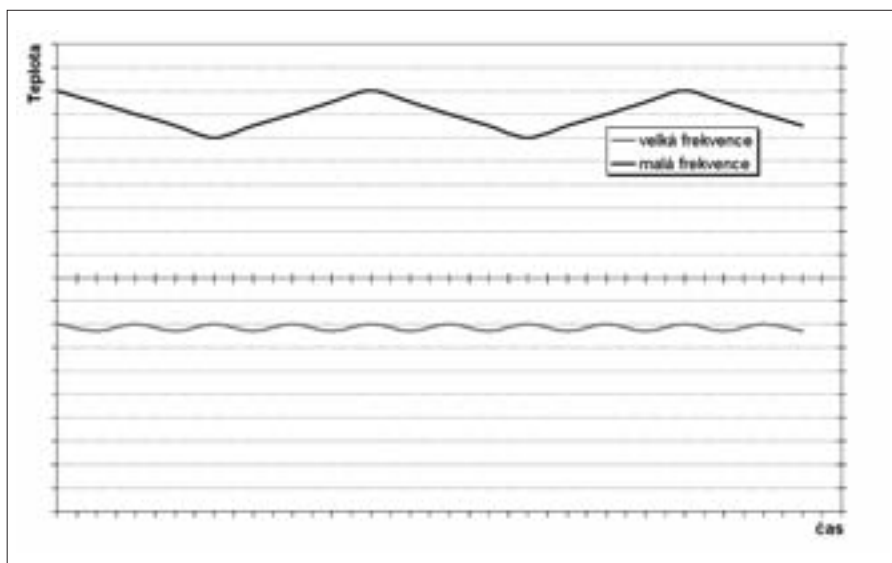
Obr. 4 Analogová regulace teploty, malý a velký výkon. Při malém výkonu (dole) je napájecí napětí sníženo, při velkém výkonu (nahore) je vyšší.

Pulsní regulace

Při tomto přístupu aplikujeme pouze 2 základní stavy ANO a NE, resp. ZAPNUTO a VYPNUTO (OTEVŘENO a ZAVŘENO), které vhodně často střídáme. Uveďme si opět příklad pro regulaci vyhřívání topného tělíska. Napájet jej budeme vždy maximálním napětím, které budeme v periodických intervalech vypínat. Budeme-li potřebovat malý topný výkon, bude perioda zapnutí krátká, naopak při požadavku velkého výkonu může dojít i ke stavu, kdy bude napájení zapnuté nepřetržitě.



Obr. 5 Pulsní regulace teploty, malý a velký výkon. Napájecí napětí je vždy stejně velké. Při malém výkonu (nahore) je vypínáno v delších intervalech, při velkém výkonu (dole) se intervaly vypínání zkracují.



Obr. 6 Průběh výsledné veličiny při malé a velké frekvenci ovládacího členu. Použití malé frekvence (nahore) má za následek velké odchylky vůči cílové hodnotě, zatímco při dostatečně velké frekvenci (dole) můžeme dosáhnout zanedbatelné pulzace.

Při pulsní regulaci by se nám mohlo zdát, že průběh výsledné veličiny bude také pulsující. Ve skutečnosti však můžeme pulsace potlačit natolik, že budou z fyzikálního hlediska zanedbatelné. Uvedme si opět příklad na regulaci topného tělíska. Při malé frekvenci změn napájecího napětí budou změny teplot poměrně velké, zatímco při velké frekvenci budou téměř zanedbatelné. Velikost maximální frekvence je potom zpravidla dána mechanickými limity ovládacího členu a v praxi může dosahovat i stovek Hz.

V praxi dnes většinou používáme pulsní regulace, především z důvodu exaktnosti, shodnosti seriové výroby a často i rychlosti regulace.

Způsoby ovládání akčních členů

Při řízení motorů či podvozků máme řadu možností, jak ovládat akční členy. Pojdme se podívat na některé z nich:

a) buzení zapalovacích členů

V současné době používáme nejčastěji bezrozdělovačové systémy, kdy každý válec nebo dvojice válců má svůj zapalovací člen. Odmyslíme-li si vnitřní zapojení tohoto členu, dojdeme často k následujícím zapojením:

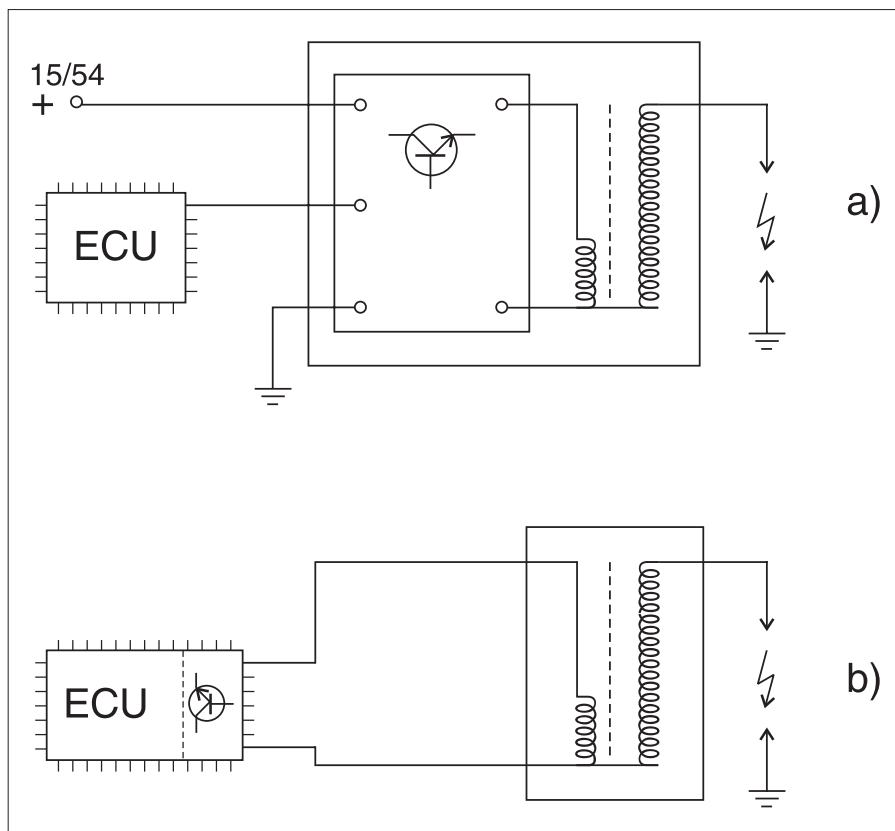
- Třívodičové zapojení – obsahuje napájení, kostru a ovládací (signálový) vodič. Řídící jednotka posílá signálovým vodičem pouze zapalovací impulsy (logika 5 V). Výhodou tohoto řešení je, že řídicí systém nemusí obsahovat koncové výkonové členy.
- Dvouvodičové zapojení – v tomto případě je zapalovací člen jedním vývodem trvale napájen palubním napětím (+12 V) a druhý vývod je řídicí jednotkou periodicky uzemňován. V okamžiku rozpojení uzemnění přeskočí jiskra. Část silových obvodů obsahuje vlastní řídicí jednotka.

b) ovládání vstřikovačů

Způsob ovládání vstřikovačů paliva je prakticky jednotný. Vstřikovače jsou jedním vývodem trvale napájeny palubním napětím (+12 V) a druhý vývod řídicí jednotka periodicky uzemňuje. V okamžiku jeho uzemnění se vstřikovač otevře a začne jím protékat palivo.

c) ovládání podtlakových ventilů

Při potřebě ovládat pomocí podtlaku nějaký člen (např. EGR ventil) přistupujeme k pulsnímu buzení ovládacího ventilu stanoveným napětím. Tak máme zajištěno, že i při kolísání velikosti palubního napětí a rozptylu



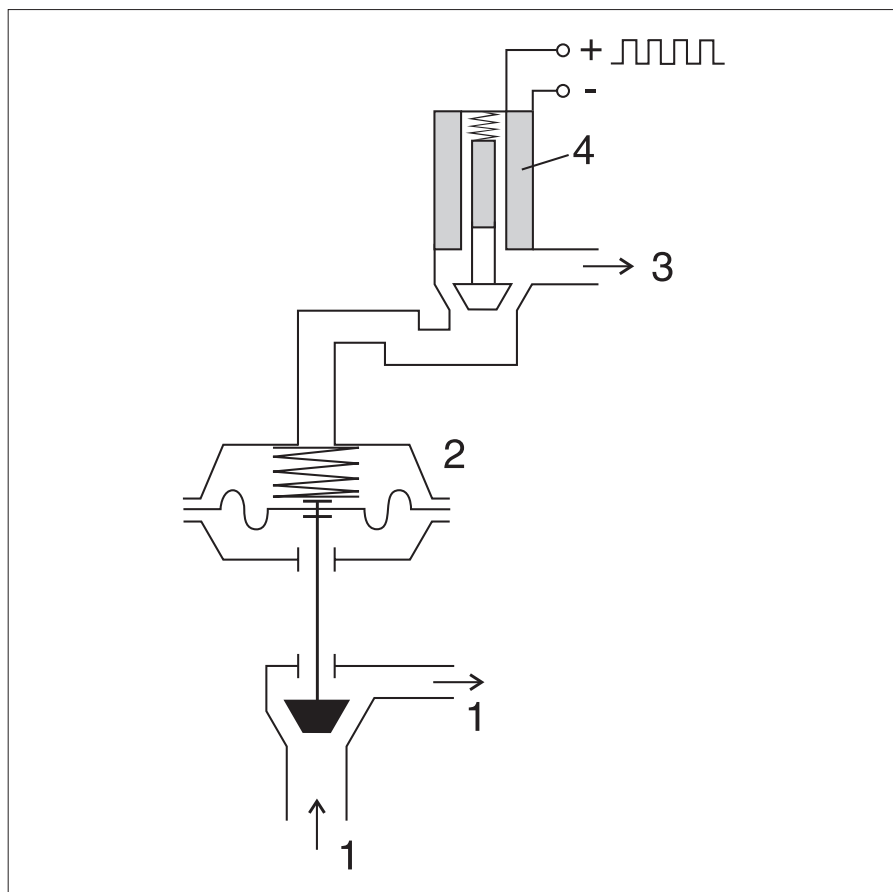
Obr. 7 Třívodičové (a) a dvouvodičové (b) zapojení zapalovacích členů.

přesnosti výroby ovládacího ventilu bude proporce otevření stále stejná a rychlost regulace velká (viz obr. 8).

Pokud bychom ovládali ventil změnou velikosti napájecího napětí, nezajistili bychom stále stejnou velikost otevření, krom toho se budeme potýkat s hysterezí otevírání tohoto ventilu, která při pulsním buzení vymizí.

d) ovládání volnoběžných ventilů

Při ovládání obtokových ventilů, kterými regulujeme průtok volnoběžného vzduchu do sání motoru při zavřené škrticí klapce, použijeme stejný princip jako v předchozím případě. Získáme tak velkou rychlost regulace a opakovatelnost nastavení (viz obr. 9).



Obr. 8 Ovládání podtlakových ventilů (např. EGR ventil). 1 – ventil fyzicky otevírající průtok média, 2 – podtlaková komora, 3 – zdroj podtlaku (sací potrubí, vývěva apod.), 4 – elektromagnetický ovládací ventil, reguluje pouze velikost podtlaku v podtlakové komoře.

Druhy regulačních algoritmů

Atž již použijeme jakýkoli princip ovládání nějakého regulačního členu např. topného tělesa, průtokového ventilu, či ventilu vstřikujícího palivo apod., budeme řešit otázku, jak hodně budeme muset topit, otevírat ventil či vstřikovat palivo, abychom dosáhli žádaného cíle, kterým může být udržení určité teploty, průtoku kapaliny či bohatosti směsi.