

Vnorené systémy – vnorená inteligencia (4)

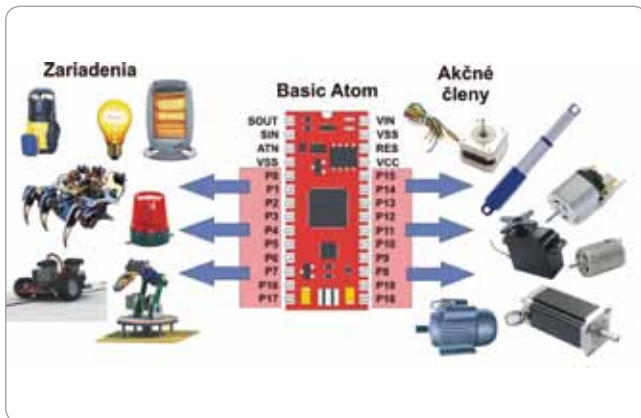
Hlavným poslaním vnoreného systému je ovládať správanie výrobku, v ktorom je aplikovaný. Získané informácie spracuje a následne realizuje adekvátny zásah do správania výrobku. Tieto zásahy sú realizované prostredníctvom akčných členov, ktoré podľa pokynov mikropočítača vykonávajú mechanickú prácu, t. j. transformáciu elektrickej energie na mechanickú, alebo iným spôsobom ovplyvňujú dianie vo výrobku a v jeho okolí. To všetko speje k jednému dôležitému cieľu, a to naplniť hlavne účelové funkcie výrobku. Všetky akčné členy transformujú energiu z jednej formy na inú. Mikropočítače sú signálové procesory, a teda veľkosť ich výstupného signálu na ovládanie akčných členov je limitovaná. Cieľom článku je poukázať na možnosti ovládania akčných členov prostredníctvom vnoreného systému.

Vnorené systémy sú takmer vždy aplikované na ovládanie procesov v konkrétnych výrobkoch a aplikáciách. Ich význam je o to väčší, keď ovládajú komplikované procesy, ktoré kedysi musel vykonávať človek. V niektorých prípadoch sa výrobky bez týchto vnorených systémov ani nedajú realizovať alebo by to bez nich bolo enormne komplikované [1].

Živé organizmy majú svoje končatiny a ďalšie orgány, ktorými zasahujú do diania okolo seba. Všetky činnosti týchto orgánov prispievajú k naplneniu ich hlavných biologických potrieb.

Technické systémy na realizáciu zásahu do diania okolo seba využívajú akčné členy – orgány rôznych fyzikálnych princípov. Vždy ide o transformáciu a tok energií oveľa väčších rozmerov, ako možno čerpať z výstupov mikropočítača (obr. 30).

Tento článok je zameraný na ovládanie veľkých výkonov akčných členov a zariadení pomocou vnoreného systému – jednočipového mikropočítača BasicATOM Pro 28-M (obr. 30).

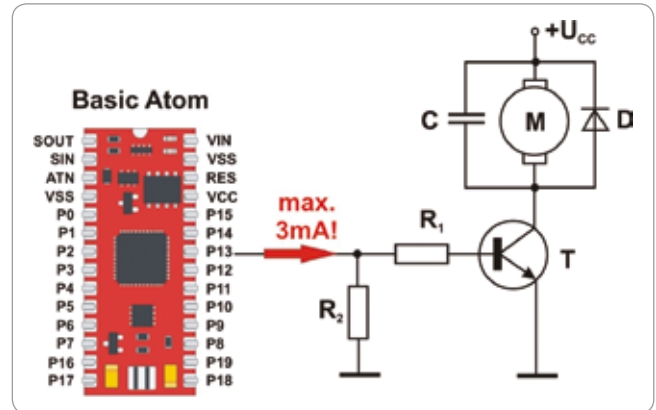


Obr. 30 Ovládanie akčných členov a procesov pomocou mikropočítača

Po spracovaní informácií o stave snímačov a príkazov používateľa [2, 3] mikropočítač realizuje zásah do stavu výrobku alebo okolia práve pomocou akčných členov a ďalších orgánov.

Bez tranzistorov by to bol problém

Priame pripojenie akčných členov a zariadení na výstupy (linky) mikropočítača Basic Atom Pro 28-M by znamenalo takmer okamžité zničenie výstupu alebo celého mikropočítača. Výrobca predpisuje maximálny limit elektrického prúdu tečúceho vývodom mikropočítača na hodnotu 3 mA [4]. Preto treba medzi akčný člen a mikropočítač vložiť výkonový prvok, ktorý umožní ovládať veľký výkon na výstupe akčných členov a zariadení. V drvinej väčšine aplikácií je to úloha tranzistora v zapojení ako spínač. Od jeho objavenia uplynulo 65 rokov a stále ešte nepatrí len do histórie. Nie nadarmo bola zaň udelená Nobelova cena, veď prakticky je súčasťou takmer každého elektronického zariadenia. V súčasnosti sa vyrába v rôznych výkonových a rozmerových dimenziách, a preto jediným menším problémom je len správny výber a návrh jeho zapojenia. V prípade induktívnych charakterov záťaží, resp. akčných členov (jednosmerný elektromotor, krokový motor), sa odporúča aj zapojenie ochrannej diódy D proti prepätiu, ktoré vzniká na induktívnej záťaži pri jej vypínaní (obr. 31). Toto prepätie má opačnú polaritu a môže zničiť tranzistor.



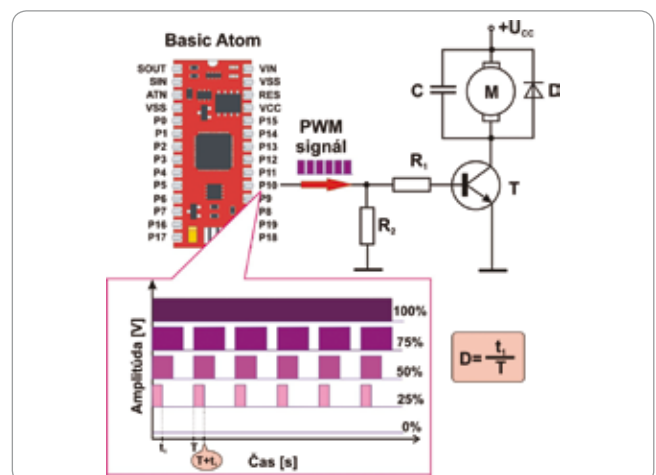
Obr. 31 Ovládanie veľkých výkonov pomocou tranzistorového spínača

Ovládanie jednosmerných elektromotorov

Toto jednoduché zapojenie (obr. 31) stačí na zapnutie a vypnutie akčného člena alebo zariadenia s veľkým výkonom. Ak treba ovládať aj rýchlosť chodu akčného člena, napr. otáčky jednosmerného motora, efektívnym riešením je tzv. šírko-impulzná modulácia (obr. 32). V tomto režime sa tranzistor periodicky zapína a vypína pri vhodne zvolenej frekvencii a šírke impulzu.

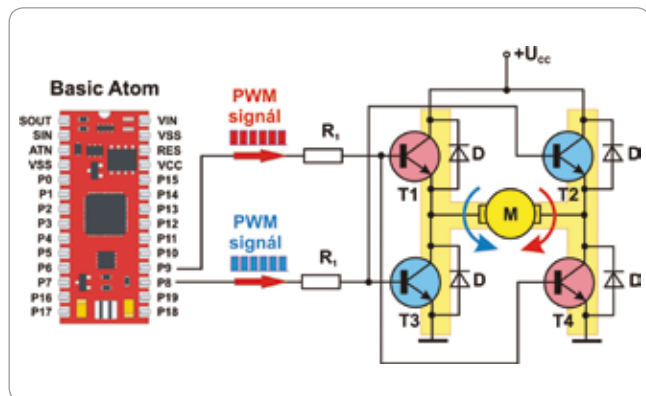
Šírko-impulzná modulácia PWM (angl. PWM – Pulse width modulation) modulácia je tvarovanie riadiaceho signálu prostredníctvom zmeny striedy, t. j. šírky impulzu pri konštantnej perióde T (obr. 32). Touto moduláciou sa realizuje efektívny spôsob ovládania elektrického výkonu záťaže (napr. jednosmerný motor). Vysoká účinnosť ovládania výkonu záťaže vyplýva z toho, že tranzistor je úplne otvorený alebo zatvorený. Tepelné straty, ktoré by inak vznikali na tranzistore v dôsledku veľkého úbytku napätia (ako pri spojovaných regulátoroch), sú v tomto prípade minimálne.

Strieda (resp. činiteľ plnenia) šírkoimpulzného signálu je definovaná ako pomer času trvania zapnutého stavu t_1 (logická jednotka) a času trvania vypnutého stavu ($T - t_1$). Často sa veľkosť striedy vyjadruje aj v percentách (obr. 32).



Obr. 32 Ovládanie veľkých výkonov pomocou šírko-impulznej modulácie

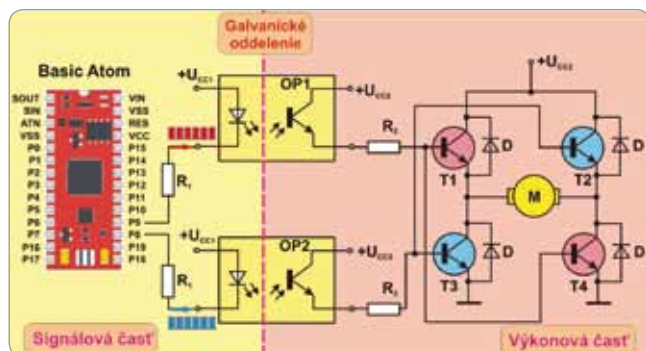
Pri ovládaní jednosmerného motora často treba meniť aj smer jeho rotácie. Na to je užitočné použiť tzv. mostík H (H-bridge). Názov mostík H získal, zrejme, pre grafické usporiadanie spínacích tranzistorov v tvare písmena H (obr. 33).



Obr. 33 Ovládanie veľkých výkonov pomocou šírko-impulznej modulácie a mostíka H

Privedením PWM signálu na výstup P8 sa tranzistory T1 a T4 stanú vodivými a motor sa roztočí jedným smerom. Po privedení PWM signálu na výstup P9 sa tranzistory T2 a T3 stanú vodivými a motor sa bude točiť opačným smerom. Šírko-impulzne modulovaný signál sa však musí privádzať iba na jeden z výstupov mikro počítača (na obr. 33 je to P8 alebo P9). Privedením signálov PWM na obidva výstupy nastane skrat.

Aby sa zvýšila bezpečnosť a spoľahlivosť zapojenia, je výhodné použiť aj galvanické oddelenie signálovej časti od výkonovej. Na to sú ideálne optické väzbové členy OP1 a OP2 (obr. 34).



Obr. 34 Ovládanie veľkých výkonov pomocou šírko-impulznej modulácie, mostíka H s galvanickým oddelením

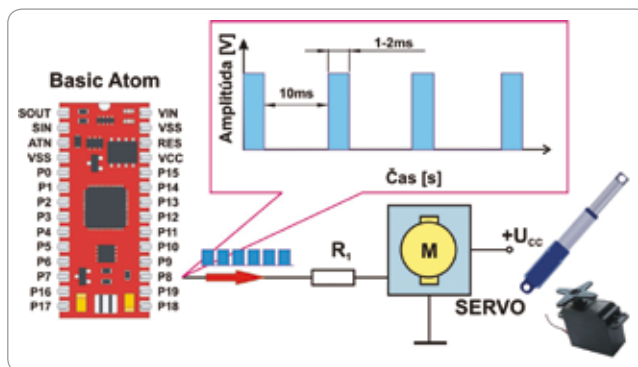
Ovládanie polohových servomechanizmov

V súčasnosti je na trhu dostupný celý rad polohových servomechanizmov, ktoré už majú zabudované elektronické obvody na ovládanie polohy. Primárne sú určené pre rádiom riadené tzv. RC modely. Sú dostupné ako lineárne akčné členy s vysúvajúcim sa piestom alebo ako rotačné akčné členy (obr. 35).



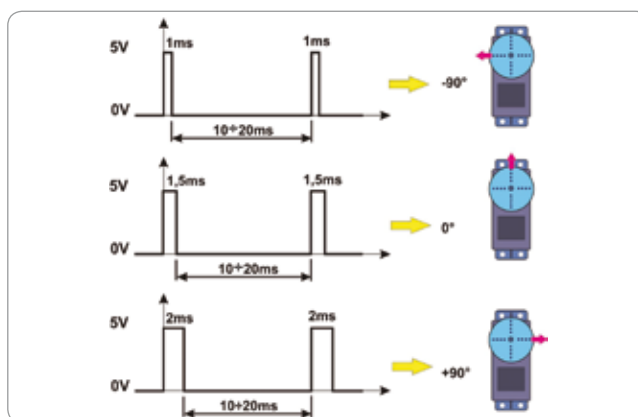
Obr. 35 Lineárny a rotačný polohový servomechanizmus

Na ich použitie stačí pripojiť predpísané napájacie elektrické napätie a na vstupný signálový vodič pripojiť impulzný signál (obr. 36), ktorý možno generovať napríklad aj mikro počítačom Basic Atom. Nositeľom informácie o žiadanej polohe koncového člena polohového servomechanizmu je práve šírka impulzu, ktorej jednoznačne zodpovedá konkrétna poloha koncového člena servomechanizmu (obr. 36).



Obr. 36 Generovanie impulzov na ovládanie polohy koncového člena ser-vomechanizmu

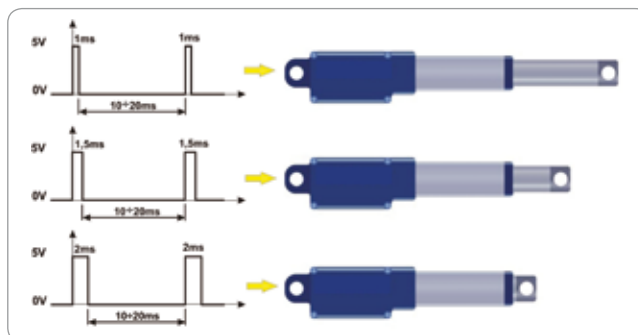
Skúsenosti ukázali, že pri precíznejších aplikáciách je dobré spraviť kalibráciu alebo overiť závislosť polohy koncového člena od šírky generovaného impulzu (obr. 36). Táto závislosť sa u každého výrobcu servomechanizmov môže odlišovať, nemusí byť dokonca rovnaká ani pri servomechanizmov toho istého typu pochádzajúcich od rovnakého výrobcu.



Obr. 37 Ovládanie rotačných polohových servomechanizmov pomocou šírky impulzu

Analogická situácia je aj pri lineárnych priamočiarych akčných členoch, kde je žiadaná hodnota vysunutia piesta tiež udaná pomocou šírky impulzu (obr. 38).

Mikro počítač Basic Atom Pro 28-M je schopný ovládať servomechanizmy takéhoto typu aj na pozadí bežiacieho programu pomocou tzv. hardvérového budenia servomechanizmov. Týmto spôsobom možno v jednom okamihu ovládať až 32 polohových servomechanizmov. Pohyby, ktoré tak servomechanizmy vykonávajú, sú súbežné a plynulé. Špecifikom tohto mikro počítača je, že umožňuje aj kontrolovať aktuálnu polohu servomechanizmov a na základe týchto informácií môže taktovať činnosť celého zariadenia [4].



Obr. 38 Ovládanie lineárnych polohových servomechanizmov pomocou šírky impulzu

Jednoznačnou výhodou týchto servomechanizmov je ich cenová dostupnosť, ktorá ich priam predurčuje na návrh a realizáciu rôznych mechatronických a robotických sústav (obr. 13, 14, 15, 16, 17, 18) [2].

Ovládanie krokových motorov

Krokové motory patria k pomerne rozšíreným akčným členom, a to práve vďaka počítačovým tlačiarňam, kde už roky nachádzajú uplatnenie. Ich jednoznačnou výhodou je vynikajúca presnosť polohovania. Ďalšou výhodou je to, že pre väčšinu aplikácií už nie je potrebná prevodovka, ktorá je nevyhnutnosťou pri jednosmerných elektromotoroch. Krokové motory sú schopné udržať pomerne vysoký krútiaci moment, a to aj pri nízkych otáčkach.

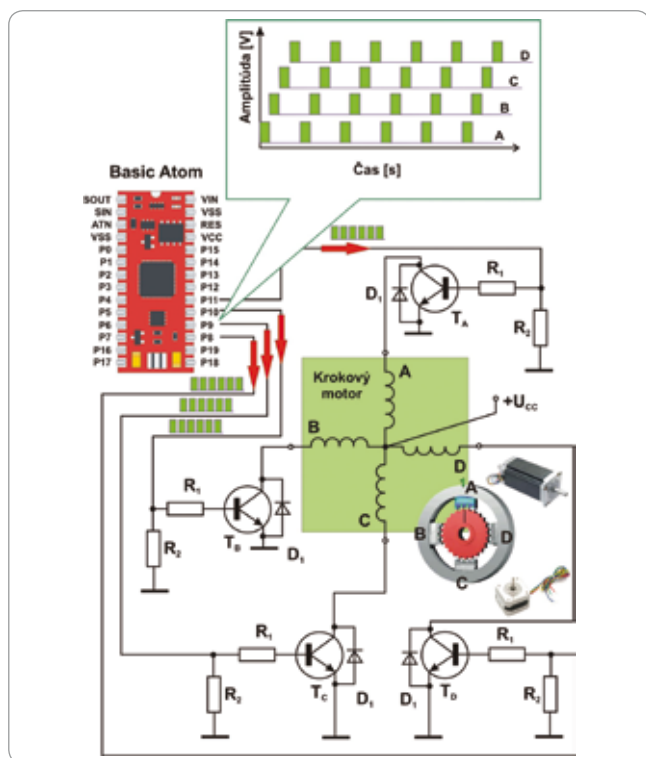
Z konštrukčného hľadiska krokové motory neobsahujú komutátor, ktorý je slabou stránkou jednosmerných elektromotorov. Nedochádza tu teda k vzniku iskrenia a rušenia. Krokový motor tak dosahuje vyššiu životnosť.

Cennou a zaujímavou vlastnosťou krokových motorov je, že ich možno použiť v otvorených systémoch bez spätnej väzby. Toto však platí len pri dostatočnom nadimenzovaní motora (záťažný moment).

Vinutie statora krokového motora pozostáva zo štyroch cievok (A, B, C, D), ktoré sú postupne budené tak, aby vytvárali točivé magnetické pole, v dôsledku ktorého bude vznikať elektromotorická sila, resp. moment.

Existuje niekoľko druhov konštrukcií krokového motora a z neho vyplývajúci druhov riadenia pohybu krokového motora. Jedným z možných riešení je unipolárny krokový motor so štvortaktným riadením, kde je v každom okamihu napájaná len jedna fáza. Pri tomto riadení elektrický prúd prechádza práve jednou cievkou (obr. 39).

Prúd tečúci do jednotlivých cievok možno ovládať mikropočítačom a štyrmi tranzistorovými spínačmi (obr. 39), ktoré možno ešte doplniť o galvanické oddelenie optickými väzbovými členmi tak, ako je to na obr. 34.



Obr. 39 Ovládanie unipolárneho krokového motora pomocou mikropočítača

Rozsah aplikácií je neobmedzený

V mobilných robotických systémoch (obr. 13, 14, 15, 16, 17, 18) [2] je často obsiahnuté veľké množstvo akčnych členov, ktoré treba ovládať, a práve vnorené systémy sú preurčené pre tieto aplikácie. Nie menej častými aplikáciami sú technologické procesy, kde treba regulovať tok materiálu a energie, ako napr. regulácia výšky vodnej hladiny (obr. 40) alebo regulácia teploty v definovanom priestore (obr. 41). Asi len od ľudskej fantázie závisí pole aplikácií takýchto vnorených systémov.



Obr. 40 Regulácia výšky vodnej hladiny a regulácia teploty v uzavretom priestore

Záver

Vnorený systém kooperujúci s množstvom snímačov a akčných členov sa stáva mocným nástrojom pre tvorbu aplikácií najrôznejšieho druhu. Výrobky s takýmito systémami takmer vždy disponujú aj funkciami, ktoré predtým nebolo možné realizovať. Takýmto spôsobom je možné vyvinúť zariadenia, ktoré získavajú aj určitú mieru inteligencií a sú oveľa atraktívnejšie pre zákazníkov [5].

Podakovanie

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Centrum výskumu riadenia technických environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve“(IMTS:26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Príspevok bol spracovaný aj s príspevom grantovej agentúry VE-GA 1/1205/12 „Numerické modelovanie mechatronických sústav“. Tento článok vznikol aj s podporou Nadácie Tatra Banky v rámci grantového programu E-talent – projekt „LO-COSNAKE“ – pohyb robotických mechanizmov s podporou riadiaceho softvéru“.

Literatúra

- [1] Kelemen, M. – Miková, L. – Kelemenová, T.: Vnorené systémy – vnorená inteligencia(1). In: AT&P Journal, č. 2/2012, s. 39 – 41. ISSN 1335-2237.
- [2] Kelemen, M. – Miková, L. – Kelemenová, T.: Vnorené systémy – vnorená inteligencia (2). In: AT&P Journal, č. 3/2012, s. 38 – 40. ISSN 1335-2237.
- [3] Kelemen, M. – Miková, L. – Kelemenová, T.: Vnorené systémy – vnorená inteligencia (3). In: AT&P Journal, č. 4/2012, s. 34 – 36. ISSN 1335-2237.
- [4] Basic Micro Studio Syntax Manual – Basic Micro Studio Reference Manual. Version 2.1. [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupné na internete: <http://downloads.basicmicro.com/downloads/datasheets/reference_manual_V2_1.pdf>
- [5] Vitko, A. – Jurišica, L. – Klúčik, M. – Murár, R. – Duchoň, F.: Embedding Intelligence Into a Mobile Robot. In: AT&P Journal Plus, č. 1: Mobilné robotické systémy (2008), s. 42 – 44. ISSN 1336-5010.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

doc. Ing. Michal Kelemen, PhD.

Ing. Lubica Miková, PhD.

Ing. Tatiana Kelemenová, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Ústav špeciálnych technických vied
Katedra aplikovanej mechaniky a mechatroniky, Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Letná 9, 042 00 Košice
Tel.: 055/ 602 2388
michal.kelemen@tuke.sk