

Bezdrátový systém kontroly pracovního výkonu

Tomáš Halabala, Milan Adámek

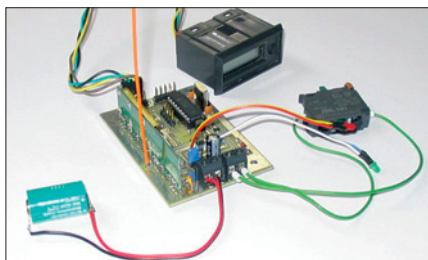
Pro kontrolu pracovního výkonu zaměstnanců a evidenci hotových výrobků lze využít bezdrátový kontrolní systém. Jeho hlavní výhodou je jeho mobilita. Příspěvek popisuje vývoj prototypu bezdrátového komunikačního systému a jeho použití v praxi. Jsou zmíněny požadavky kladené na monitorovací systém a popsána je hardwarová i softwarová část realizovaného monitorovacího systému. V závěru příspěvku je zmíněna implementace výrobku v reálném provozu.

For workers performance monitoring and records about finished products, a wireless control system can be used. Its main advantage is its mobility. The paper describes the development of a prototype of wireless communication system and its deployment in practice. Outlines requirements for monitoring system, describes the hardware and software of the implemented monitoring system. In conclusion, the implementation of the product in a real plant is mentioned.

1. Úvod

Snahou každého výrobce je maximální produkce kvalitních výrobků při minimálních nákladech a za co nejkratší dobu. Většinu výrobních úkonů v moderní výrobě zastávají stroje, které by měly být plně vytíženy a jejich výpadky a poruchy co nejdříve odstraněny. Existují ovšem stále ještě činnosti, které nelze stroji nahradit nebo by jejich náhrada byla z technického hlediska velmi obtížná a neobvykle nákladná. Proto se na těchto místech musí do výrobní linky zapojit člověk. Pracovní výkon člověka není stálý, je ovlivňován mnoha faktory. Do jisté míry lze pracovní výkon člověka považovat za konstantní v případě pásové výroby, avšak závisí-li produkce převážně na schopnosti pracovníků, kteří si mohou sami udávat pracovní tempo, protože nejsou závislí na jiných fázích výroby, bývá výkon u jednotlivých pracovníků značně kolísavý.

Předkládaný text popisuje jeden ze způsobů monitorování pracovního výkonu zaměstnanců ve společnosti, která vyrábí pryžové součásti zejména pro automobilový průmys-



Obr. 1. Hotový modul bezdrátového tlačítka

sl. Zařízení určené k monitorování pracovního výkonu bylo použito ve výrobní hale, v níž každý zaměstnanec na dílčím pracovišti vyrábí daný typ výrobku (hadice s různými tvary do motorů). Pracoviště jsou ve většině případů přemístitelná. Jde o zařízení, která působením tlaku a teploty tvarují z polotovaru hotový výrobek. Úkolem pracovníka je nasadit polotovar na přípravek, spustit mechanismus tvarování, následně vyjmout výrobek a umístit jej do krabice. Původně měl každý pracovník pro kontrolu pracovního výkonu k dispozici obyčejné počítadlo napojené na tlačítko, které stiskl po ukončení úkonu na jednom kusu výrobku. Tak měl přehled o počtu ho-

tových výrobků v krabici. Požadavkem zadavatele byla úprava současného způsobu počítání výrobků tak, aby se data z těchto tlačítek přenášela bezdrátově do počítače připojeného do podnikové sítě s databází Oracle, kde je možné data vyhodnocovat a také vracet každému pracovníkovi zpět informaci o tom, zda plní nebo neplní pracovní normu.

2. Požadavky kladené na monitorovací systém

Navržený monitorovací systém je určen ke kontrole pracovního výkonu několika desítek pracovníků ve výrobní hale. Pro to, aby pracovní stanoviště byla přemístitelná, musí být vstupní jednotka s tlačítky monitorovacího systému navržena jako přenosná. Jednotka je napájena akumulátorovou baterií. Pro její dlouhou životnost je požadován minimální příkon elektroniky. U tlačítka je jednoduché elektronické počítadlo s LCD, na kterém je s každým stiskem tlačítka přičtena jednička. Pro možnost elektronického vyhodnocení stisků tlačítek je požadován přenos informace



Obr. 2. Digitální počítadlo použité při konstrukci tlačítkového modulu

o stisknutí tlačítka bezdrátově do centrálního (sběrného) počítače, společného pro každou výrobní halu. Každé tlačítko je jednoznačně rozlišitelné, tj. musí mít svůj jedinečný identifikační kód. K vyhodnocování výkonu pracovníků jsou požadovány tyto údaje: identifikační kód tlačítka, čas stisku (hodina, minuta, sekunda) a datum stisku (den, měsíc, rok).

Komunikace mezi tlačítkovými moduly (vstupními jednotkami) a přijímačem musí zajistit spolehlivé doručení informace do přijímače – při neúspěchu doručení musí být tento stav výrazně indikován červenou LED umístěnou na předním panelu tlačítka. Z uvedeného důvodu není tedy možné vybavit tlačítka pouze vysílačem, ale součástí musí být i přijímač pro zajištění zpětné vazby, pomocí které může být detekována chyba přenosu. Na základě toho je potom možné vysílání kódu zopakovat a při nedoručení ani po několikátém pokusu musí být ohlášena porucha. Jednička na počítadle je přičtena teprve po úspěšném doručení kódu tlačítka do přijímače.

Tab. 1. Technické parametry realizovaného tlačítkového modulu

Parametr	minimum	jmenovitá hodnota	maximum
Napájecí napětí (V)	2,8	3	3,2
Odběr proudu v klidu (μA)	170		
Odběr proudu v činnosti (mA)	8	11	17
Vysílací výkon (dBm)		10	
Citlivost přijímače (dBm)		-94	
Střední pracovní frekvence (MHz)		433,92	

Tab. 2. Technické parametry realizovaného přijímače

Parametr	minimum	jmenovitá hodnota	maximum
Napájecí napětí (V)	9	12	18
Odběr proudu z vnějšího zdroje (mA)		22	200
Odběr proudu ze záložních akumulátorů (mA)		10	26
Kapacita záložních akumulátorů (mA·h)		2 200	
Vysílací výkon (dBm)		10	
Citlivost přijímače (dBm)		-94	
Střední pracovní frekvence (MHz)		433,92	
Kapacita paměti (záznamů)		7 999	
Výdrž na záložní akumulátory (h)	44	126	220
Doba provozu bez načtení dat počítačem (dny)			255

Další funkcí tlačítkového modulu je informovat pracovníka, zda plní či neplní pracovní normu. Tato informace je posílána na základě výpočtů z dat v podnikové databázi. Výsledek se posílá do přijímače, který tuto informaci vyše zpět do modulu tlačítka, jenž zajistí zobrazení stavu plnění pracovní normy.

Bezpodmínečně nutné je, aby byl přijímač schopen pracovat nepřetržitě i při výpadku elektrického proudu. Musí tedy obsahovat záložní akumulátory a obvody automatického dobíjení. Ze záložní baterie musí být scho-



Obr. 3. Přijímač pro bezdrátová tlačítka

pen pracovat minimálně po dobu 24 hodin. Přijímač zároveň musí být schopen pracovat i při výpadku hostitelského počítače. Z toho vyplývá, že musí obsahovat paměť minimálně pro data získaná z tlačítek za jednu směnu. Požadavkem zákazníka je kapacita paměti 8 000 záznamů (jde o halu s maximálně dvaceti pracovníky, z nichž každý je schopen za směnu vyprodukovat nejvíce 400 výrobků).

Tlačítkové moduly i přijímač musí obsahovat vlastní anténu. Pro případ, že by bylo třeba rozšířit přijímač o externí anténu s vyšším ziskem, je požadováno vybavení přijímače příslušným konektorem pro připojení antény.

3. Konstrukce bezdrátového systému

3.1 Realizace tlačítkového modulu

V monitorovacím systému může být až několik desítek tlačítkových modulů, proto by měly být výrobní náklady na tlačítkový modul (obr. 1) co nejmenší. Základ každého tlačítkového modulu tvoří řídicí mikrokontrolér PIC16F627A (Microchip), transceiver RTX-RTL434 (Aurel) a počítadlo N121.A (IVO; obr. 2).

3.2 Realizace přijímače

Úkolem přijímače (obr. 3) je zachycovat vysílané kódy a ty vždy uložit spolu s okamžitým časem a datem do paměti. Toto zařízení je sice označeno jako přijímač, ale je to zároveň i vysílač zpětné vazby do tlačítek. Základ přijímače tvoří mikrokontrolér PIC16F73 (Microchip), paměť CMOS SRAM o kapacitě 128 kB, paralelní rozhraní pro spojení s počítačem, hodiny reálného času, záložní akumulátory a obvody automatického dobíjení.

3.3 Rádiový modul pro bezdrátovou komunikaci

Pro bezdrátové spojení tlačítkových modulů s přijímačem byly využity rádiové hybridní moduly, které pracující ve volném průmyslovém pásmu 433,92 MHz. Jelikož komunikace musí být obousměrná, bylo nutné použít hybridní modul, který v sobě slučuje rádiový vysílač i přijímač. Rádiový modul v tlačítkách je shodný s modulem v přijímači, takže musí splňovat požadavky jak

pro použití v tlačítkových modulech, tak pro použití v přijímači. Vzhledem k bateriovému provozu tlačítek musí být jeho výkon minimální a pro napájení musí stačit 3 V. Zároveň musí mít část vysílače dostatečný výkon a část přijímače dostatečnou citlivost. Pro dosah v rámci výrobní haly, tedy do 50 m v zaručeném průmyslovém prostředí, by se měl výkon vysílače blížit hodnotě +10 dBm a citlivost přijímače by měla být alespoň -90 dBm. Přijímací část modulu by měla být stavěna pro trvalý příjem a přepínání na vysílání by mělo být dostatečně rychlé, protože se při přenosu každého stisku tlačítka musí směr komunikace několikrát změnit. Vzhledem k tomu, že není třeba přenášet velké objemy dat, nýbrž pouze několik bajtů na každý stisk tlačítka a komunikuje se po běžné sériové lince se stejnosměrnou složkou signálu, stačí pomalý, jednoduchý a levnější modul s amplitudovou modulací *on-off keying*, např. transceiver RTX-RTL434 (Aurel).

4. Software pro komunikační systém

4.1 Tvorba firmwaru pro přijímač a tlačítkový modul

Program pro mikrokontrolér přijímače i tlačítkových modulů byl napsán v assembleru. Prostedí programu MPLAB IDE v.7.10 firmy Microchip bylo použito pro tvorbu firmwaru jak přijímače, tak i vysílače.

4.2 Downloader pro PC

Pro komunikaci s databázovým softwarem firmy byl vytvořen program pro PC s názvem Recomp 434 Driver (obr. 4). V klidovém režimu program nic nevykonává, pouze je na monitoru zobrazeno jeho stavové okno. Na-

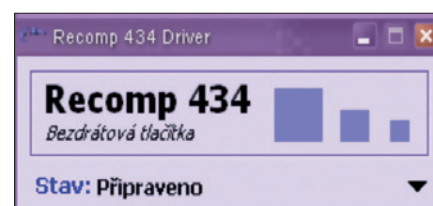
Srovnání prototypu bezdrátového komunikačního systému s komerčně dostupnými produkty

Bezdrátový komunikační systém popsaný v tomto příspěvku (obr. 6) vznikl na zakázku podle požadavků zadavatele. Firma, která zařízení uplatnila ve výrobě, požado-

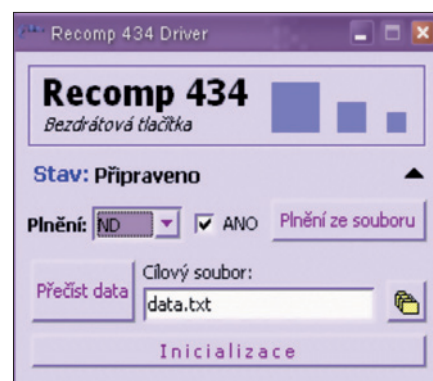


Obr. 6. Celkový pohled na zařízení

vala, aby se po stisku mobilního tlačítka doručil do paměti přijímače kód pracovníka spolu s datem a časem stisku tlačítka, a to i v případě rušení (tlačítek na stejné frekvenci je ve výrobní hale několik). Proto se vysílač s přijímačem snaží spojit opakovaně. Kdyby se ani tak nepodařilo stisk tlačítka v přijímači zaznamenat (např. kdyby byl pracovník úplně mimo dosah signálu nebo z jakéhokoliv jiného důvodu), nesmí se na displeji tlačítka nedoručené stisknutí připočítat a chyba komunikace musí být indikována akusticky a blikáním LED. Celý systém (přijímač + tlačítka) musí být autonomní a funkce nesmí být nijak narušena při výpadku elektrické sítě po dobu 24 hodin. Přijímač musí mít v sobě záložní akumulátor s automatickým dobíjením a musí mít vnitřní paměť pro ukládání záznamů v době, kdy nadřazený počítač s modulem nekomunikuje. Nebylo tedy možné použít žádný z komerčně nabízených produktů, protože uvedené požadavky žádný z nich nesplňoval.



Obr. 4. Stavové okno



Obr. 5. Rozšířená nabídka hlavního panelu

základě příkazů od databázové aplikace jsou buď načteny záznamy stisků tlačítek z paměti přijímače, nebo jsou nastaveny příznaky plnění norem pro jednotlivá tlačítka. Tyto příkazy mohou být předávány pomocí systémových zpráv Windows nebo pomocí příkazové řádky. Z toho vyplývá i důvod, proč je program nazván *driver* (program lze chápat jako ovladač).

V rozšířené nabídce programu (*obr. 5*) lze ručně nastavovat příznaky plnění pracovní normy nebo ukládat data z paměti přijímače na disk počítače. Po stisknutí tlačítka „přečíst data“ se načtou všechny nové

záznamy (od posledního čtení) a výsledek se uloží do souboru vybraného v poli „cílový soubor“.

5. Použití v praxi

Zařízení najde využití všude, kde je třeba bezdrátově zaznamenávat signály od spínačů (tlačítek). Kromě toho je lze využít např. pro dálkové měření, ovládání atd. Dosah rádiového signálu může být ve volném prostoru až 100 m. S každým signálem je zároveň zaznamenáván aktuální čas a datum.

Ing. Tomáš Halabala
(tomas.halabala@regulace.org),
doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
(adamek@fai.utb.cz),
Fakulta aplikované informatiky,
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Ing. Tomáš Halabala pracuje u firmy Regulace.org jako vývojový pracovník. Jeho odborné zájmy jsou: elektronika, regulace, zakázkový vývoj hardwaru a softwaru. Doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D., pracuje v ústavu elektrotechniky a měření Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Zabývá se měřením technologických veličin a elektronikou. Je předávkem pro tvůrčí činnost.

Nový blok v elektrárně Ledvice bude využívat PlantWeb a systém Ovation

Společnost Emerson Process Management získala v prosinci 2009 od společnosti ČEZ kontrakt na vybavení nového bloku 4 elektrárny Ledvice řídicím systémem Ovation s architekturou PlantWeb. Nový blok o výkonu 660 MW bude jako první v České republice pracovat s párou s nadkritickými parametry (tedy při tlaku nad 22,1 MPa a teplotě nad 374,15 °C, kdy voda přechází rovnou v sytou páru a neexistuje dvoufázová směs zvaná mokrá pára). Elektrárenské bloky s nadkritickými parametry páry umožňují dosahovat lepší účinnosti než klasické „podkritické“ bloky, ale jsou náročnější z hlediska použitých materiálů. Lepší účinnost (v případě ledvickeho bloku se plánuje hrubá účinnost 47 %) s sebou nese mimo jiné také snížení celkových emisí CO₂, ve srovnání s klasickými elek-

trárnami o až 20 %. Nový blok nahradí bloky 2 a 3 elektrárny Ledvice, které by po roce 2015 již nevyhovovaly z hlediska limitů znečišťujících látek. Blok 4 bude využívat nejnovější metody pro odsíření spalin a odlučování popílku, takže ekologické limity bez problémů splní. S jeho uvedením do provozu se počítá v prosinci 2012.



Obr. 1. V současné době se v Ledvicích staví nová chladič věž pro potřeby budovaného bloku 4

Společnost ČEZ si firmu Emerson Process Management vybrala jako hlavního dodavatele provozního přístrojového vybavení a řídicích systémů. To zahrnuje inženýring řídicích systémů bloku, obstarání veškerého přístrojového vybavení a dalších potřebných zařízení, dodávku řídicích systémů, instalaci, oživení a uvedení do provozu. Za projekt bude odpovědná divize Power & Water Solutions společnosti Emerson.

Řídicí systém bude založen na digitální architektuře PlantWeb a bude využívat expertní řídicí systém Ovation, inteligentní provozní přístroje Rosemount, ovládací ventily Fisher a software AMS Suite pro prediktivní údržbu. Systém Ovation bude monitorovat a řídit provoz kotle a související bilanční procesy a systém Ovation Safety Instrumented System bude využíván pro ochranu kotle a řízení hořáků.

Ovation, jako součást architektury PlantWeb, bude využívat ke komunikaci s inteligentními provozními zařízeními protokol HART, ke komunikaci s inteligentními pohonnými jednotkami Profibus-DP a s dalšími zařízeními bude komunikovat prostřednictvím sběrnice Modbus a OPC nebo prostřednictvím energetických komunikačních sítí podle IEC 61850.

Bob Yeager, prezident divize Power & Water Solutions společnosti Emerson, uvedl: „Klíčovým faktorem pro naši spolupráci s firmou ČEZ byla naše schopnost demonstrovat značné zkušenosti s řízením nadkritických elektrárenských bloků a řízením složitých projektů podobné velikosti. ČEZ dále vzal v úvahu výhodu lokální podpory týmem našich pracovníků expertního centra v Praze.“

Informační centrum v elektrárně Ledvice

Výstavba nového zdroje v Ledvicích zahrnuje také vzdělávací a osvětové aktivity, mezi něž patří i otevření moderního informačního centra. Je první svého druhu v ČR, které je zaměřeno na klasickou energetiku. Nově otevřené informační centrum tematicky doplňuje ostatní informační centra skupiny ČEZ zaměřená např. na jadernou energetiku či obnovitelné zdroje.

Informační centrum je třípodlažní a vyznačuje se výrazným moderním architektonickým a výtvarným řešením. Styl expozice je interaktivní a využívá vysoce vyspělé audiovizuální prostředky.

Informační centrum je otevřeno pro veřejnost od úterý do soboty od 9 do 17 hodin. Návštěvu většího počtu osob je důležité předem telefonicky ohlásit. Více na http://www.cez.cz/cs/kontakty/informacni-centra.html#ic_ledvice.

(ed)

(Bk)