



MK0600052

СИСТЕМИ ЗА ДИГИТАЛНА ТЕЛЕМЕТРИЈА И ДАЛЕЧНСКО УПРАВУВАЊЕ – ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА

Миле Ј. Станковски¹, Татјана Колемишевска-Гугуловска¹, Ратко Станојковски²

¹Електротехнички факултет – Скопје, Карпош II, б.б. П. Факс 574, 91000 Скопје,
[\[milestk.tanjakg@etf.ukim.edu.mk\]](mailto:milestk.tanjakg@etf.ukim.edu.mk)

²Министерство за Внатрешни работи, УВР Куманово, 11 Октомври бб, Куманово

Извадок –Трудов претставува обид за вовед во практичните аспекти на примената на телеметријата и далечинското управување со примена на современите придобивки на електрониката, обработката на сигналите, телекомуникациите и секако теоријата на автоматско управување. Даден е преглед на некои клучни појмови при дизајн на системи за телеметрија и далечинско управување. Исто така изложен е еден систем за дигитална телеметрија за мерење на ниво на четири резервоара кои се на различна локација.

Клучни зборови – телеметрија, далечинско управување, дигитален пренос на информации, радио модем, мерење на ниво

1. ВОВЕД

Телеметријата се дефинира како детектирање и мерење на информацијата на некоја оддалечена локација и потоа трансмисија на информацијата до централата или главната локација. Понатаму оваа информација може да биде искористена за мониторинг или управување на процесот на дистантната локација. На тој начин, телеметријата може да се свати како далечинско мерење и аквизиција на податоците придружена со супервизија (надзор) и управување на системите (SCADA) [2,3,6].

Горнава дефиниција на телеметријата и далечинско управување имплицира неколку клучни работи кои мора да бидат земе-

ни во предвид при проектирање на системи за далечинско мерење и управување:

1. Сензорски дел за мерење, прилагодување и колектирање на сигналите,
2. Комуникациски дел за пренос на сигналите, (во еден правец при телеметрија или во двата правци при далечинско управување)
3. Централен или главен софтвер за менаџментот на системот, презентација на податоците и евентуално управување на оддалечениот систем.

Во следните три поглавја поодделно ќе бидат презентирани сите три дела на системот за далечинско мерење и управување. Во петтото поглавје ќе биде даден еден пример на далечинско мерење и управување со резервоарите за вода во Водовод Куманово, кои се дистрибуирани на четири различни локации. На крајот е даден заклучокот.

2. СЕНЗОРСКИ ДЕЛ ЗА МЕРЕЊЕ, ПРИЛАГОДУВАЊЕ И КОЛЕКТИРАЊЕ НА СИГНАЛИТЕ

Изборот на сензорот е строго поврзан со природата на процесот кој се набљудува и чија величина се мери и тој нема да биде разгледуван во овој труд. Поинтересен е начинот на прибирање на податоците и нивна подготовка за трансмисија.

Сензорот ја конвертира физичката величина (т.е. температура, притисок, ниво, проток, влажност, проводност и др.), кои

го претставуваат мерниот сигнал по неговиот интензитет или фреквенција во широк опсег на вредности. Заради разноликоста на мерните величини и употребата на најразлични сензори уреди и системи, како и за стандардизација вообичаено е ваквите електрични сигнали да се конвертираат во стандардни електрични сигнали. Уредите кои го обезбедуваат таквиот стандарден интерејс се нарекуваат трансдусери, преобразувачи или кондиционери на сигнали. Стандардни електрични сигнали кои се употребуваат се: 4-20mA, 0-1V, 0-5V, 1-10V. Трансдусерите исто така често пати имаат можност за примарно препроцесирање на сигналите.

Сензорот и трансдусерот не се сеуште доволни, бидејќи понатамошното процесирање и презентација на податоците во денешно време вклучува употреба на терминали, PLC-а и персонални компјутери кои работат со податоци во дигитална форма, подобро е сигналите да се конвертираат во дигитална форма. Најприкладен начин на конвертирање на сигналите е употреба на таканаречени дистрибуирани Влезно/Излезни модули со (мултиплексирани) аналогни влезови. Овие модули имаат вградено А/Д конвертор кој ги конвертира аналогните сигнали во дигитални податоци со одредена резолуција и точност. Мултиплексирањето значи дека еден А/Д конвертор може да сервисира повеќе од еден аналогни канали.

Еден од доста битните факти кој треба да се земе во предвид е напојувањето на далечинската станица. Доста чест случај е да немаме директно напојување на оддалечената локација. Овој проблем се решава со батериско напојување, акумулатори или соларни панели. За да се минимизира потрошувачката често пати станицата се става во т.н. "sleep" режим [4,5]. Во овој мод станицата се наоѓа во претходно дефиниран интервал и комуникацијата ја воспоставува со централната локација само во одреден момент.

3. КОМУНИКАЦИСКИ СИСТЕМ

Изборот на комуникацискиот потсистем за телеметриска мрежа може да има круцијално влијание на перформансите на системот. Оптимално решение се постига во однос на барањата во однос на времето на одзив како и тоа да системот не работи на границата на своите можности [1]. Преди-

мензионираните системи исто така не се најсреќно решение: со употреба на WLAN од 1Mb за пренос на 20 бита за податокот за ниво на вода двапати на ден е подобро отколку да се употребува хеликоптер за читање на податокот. Подолу е даден преглед на широкоупотребуваните телекомуникациони системи при телеметрија и далечинско управување.

3.1. PSTN мрежи

PSTN (Personal System Telecommunication Network) телефонска мрежа се употребува за пренос на податоци преку dial-up модеми инсталирани на секоја страна која е поврзана во телеметрискиот систем. Ова решение се применува само ако постои кабелска инфраструктура на оддалечената локација, и ако системот за телеметрија не може да работи во on-line мод, кој се бара при критичност на времето на одзив.

PSTN е прифатливо решение за периодичен мониторинг и детекција на аларми. Далечинските станици треба да се конфигурираат така да можат да воспостават врска кога се сака да се трансмитира алармен услов кој е детектиран на далечинската локација.

Карактеристики:

- Секоја трансмисија на податоци бара да биде воспоставена телефонска врска
- Глобалната мрежа дава екстензивна доверливост
- Dial-up модемите обезбедуваат брзина на пренос до 56Kb/s, но стварниот пренос за меѓуградска врска е до 14.4Kb/s.
- Употребата на постоечката инфраструктура имплицира ниска почетна цена.
- Цената на чинење е пропорционална на времетраењето на конекцијата.

3.2. Изнајмени линии

Изнајмените линии се наменети само за врска помеѓу далечинската станица и централниот систем. Станиците комуницираат преку модеми без бирање. Оваа е добро решение за системи кои бараат брз одзив на далечинската станица. Карактеристики:

- Системот е on-line цело време, нема потреба од воспоставување на конекција
- Голема достапност
- Може да се добие голема пропусност со брзи модеми (на пр. DSL)
- Експлоатационите трошоци се забележителни

3.3. Приватни мрежи

Може да бидат инсталирани приватни мрежи како комуникациони потсистеми кои го подржуваат системот за телеметрија и далечинско управување. Овие мрежи вклучуваат:

- LAN: Компјутерски локални мрежи (LAN-Lokal area network) може додатно да бидат употребени за комуникација со далечинските станици при телеметрија и далечинско управување. Оваа решение претпоставува да одалечениот I/O модул има Ethernet врска и подржува TCP/IP протокол или некој друг протокол кој се користи во LAN-овите.
- RS-485 магистрала: Ова е најупотребуваната мрежа во индустриски апликации. RS-485 бара пар на упредени жици до сите приклучени корисници. Таа е полудуплекс магистрала која подржува до 32 модула поврзани на неа, и е наменета за работа за растојанија до 1.2km. Постојат различни индустриски протоколи дизајнирани за RS-485 мрежи. Голема предност на овие мрежи е нивната потполна независност. Меѓутоа, тие се наменети само за ограничени растојанија (на пр. Фабрика, погон и сл.)

3.4 Интернет

Во последните години, започна трендот за интегрирани различно оддалечени уреди во големи системи поврзувајќи ги преку Интернет. Интернет поврзувањето е направено со примена на т.н. TCP/IP опрема. Ова отвора можности за примена на Интернетот како комуникациски потсистем во телеметријата и далечинското управување. Придобивките добиени од овој факт се евидентни: најпопуларната глобална мрежа обезбедува широкоприменлива телеметрија и управување на далечина од еден главен компјутер кој сега може да биде било кој РС, може да набљудува податоците во оддалечената локација од било кој претражувач. Друг концепт овозможен преку TCP/IP протоколот може да работи само при воспоставена кабловска инфраструктура како комуникациски систем, но сеуште користејќи ги своите протоколи вметнати во повисокото ISO/OSI нивоовски модел. Но сепак мора да се земат во обзир и неговите недостатоци: Целосен пристап на Интернет чини пари а и времето на одзив варира.

3.5 Безжични комуникациски системи

Постојат неколку ситуации кога безжичните системи се оптимални решенија:

- Недостапни места со кабелска инфраструктура
- Мобилни телеметрички станици
- Телеметрички системи на привремени експлоатациони постројки

Спротивно на жичаните медиуми, радио каналите подлежат на интерференција, слабеење и шумови, кое имплицира примена на робусни комуникациски протоколи. За возврат безжичните системи лесно може да ја конфигурираат својата топологија. Безжичните комуникациски системи кои можат да се искористат во телеметријата и далечинското управување се следните:

3.5.1 Безжичен LAN

WLAN е начин на конфигурирање на LAN со употреба на радио канал. Примарно тој беше наменет за компјутерски мрежи. Тој го употребува IEEE 802.11 протокол и обезбедува 64Kbit/s до 11Mbit/s на премин кое е премногу за телеметрија и далечинско управување. Комуникацијата се обавува во таканаречениот ISM (Industrial, Scientific, Medicine) радио опсег (900MHz, 2.4MHz, 5.7MHz), кои се слободни за комуникација. Сеуште, максималната моќност на зрачење е ограничена на (100mW во Европа) со што е ограничен опсегот на примена (10Km со усмерена антена). Вообичаено работно растојание е во опсегот од неколку стотици метри.

3.5.2 GSM мрежи

Употребата на сервисот SMS и GPRS трансфер на податоците кое го овозможува GSM мрежите (мобилната телефонија) понекогаш може да биде корисен подсистем за телеметрија и далечинско управување. Но сеуште GSM провајдерите неможат да го покријат опсегот кој е од интерес. Покрај тоа, почетната цена на чинење е доста ниска, на пример, со употреба на полинг техника ќе биде доста висока, бидејќи таа вклучува цена на секој направен повик.

3.5.3 Радио модеми

Радио модемите се досега најупотребуваното решение за системите за телеметрија и далечинско управување. Тие ги користат

VHF и UHF каналите (12.5 или 25KHz широко) за пренос на податоци. Таквите радио канали ја прават телеметријата и далечинското управување високо независна и доверлива. Сеуште, радио околината бара имплементација на робусни комуникациски протоколи кои ќе го направат радио каналот сигурен и доверлив. Така, мора транспарентно да разграничине, асинхронниот пренос од синхронниот пакет протокол, кој вклучува ефикасна детекција на грешка и алгоритам на корекција, како и техниката на адресирање и рутирање. Пропустот на оваа техника е ограничен на 9600bit/s, но за поголем број на случаи каде се користи телеметрија и далечинско управување, оваа е повеќе од доволно.

4. ПРОТОКОЛИ

Следната важна работа која треба да се имплементира на горните нивоа во системот се протоколите. Влезно излезните модули и централата мора да комуницираат на ист јазик, и за тоа се бара тие да имаат ист стандард на fieldbus протоколот, освен кога се дизајнира сопствен ASCII протокол. Fieldbus е генеричко име дадено на дигитален комуникациски протокол за индустриски мерења и управувачки апликации. Некои од нив се: Modbus, Fondation Fieldbus, CAN, Profibus, DirectNet. За жал не постои стандард над сите, но неколку моќни производители дизајнираа сопствени кои се обидуваат да ги стандардизираат.

Со воведувањето на TCP/IP во уредите, станува интересно да се имплементира fieldbus протоколот во TCP/IP. Концептот е да се пакуваат податоците во постоечкиот fieldbus формат и понатаму да се транспортира тој пакет во TCP/IP. Во моментот постојат Modbus/TCP, EtherNet/TCP и Profibus на Етернет.

5. ЦЕНТРАЛЕН СОФТВЕР

Централен или главен софтвер е срцето на системите за телеметрија и далечинско управување. Тој е одговорен за:

- Воспоставување и завршување на конекцијата
- Аквизиција на податоците во склад со претходно дефинирана процедура,
- Процесирање на податоците и делување спрема добиените резултати,

- Специфични протокол комуникации
- Човек-машина интерфејс
- Процесирање на ирегуларни услови-аларми
- Управување на далечинскиот процес ако треба,
- Авторизиран пристап за користење на повеќе пристапи

Организацијата на системот мора да биде соодветна за актуелната апликација. Некои основни концепти се:

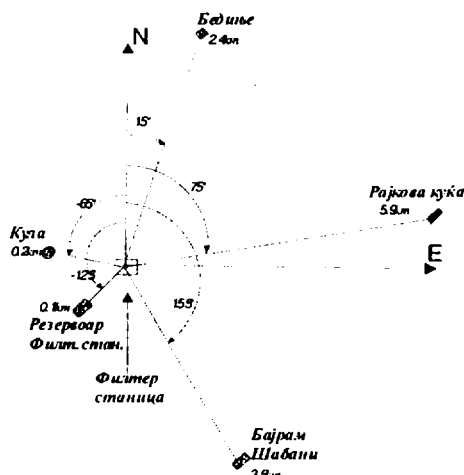
- Централниот систем ја бира далечинската станица во одредени интервали барајќи свежи податоци. Неконектиран мод е природна работа на системи од овој тип, бидејќи неговата брзина е многу поголема од времето на одзив. Оваа е добар избор кога треба да се трансферираат мал број на податоци.
- Далечинската станица се конфигурира така да иницира трансфер на податоци кога се случува некој интересен мерен резултат (т.е. аларм, промена). Овде може да се јави колизија, бидејќи може да се случи да во исто време се бара пристап од повеќе далечински станици.

6. СИСТЕМ ЗА ТЕЛЕМЕТРИЈА И ДАЛЕЧНСКО УПРАВУВАЊЕ СО ВОДОСНАБДИТЕЛЕН СИСТЕМ НА КУМАНОВО

Во последниве неколку години во Република Македонија во постојан тренд е осовременување на системите за снабдување со вода на градовите. Доста инвестиции се изградени во осовременувањето на опремата во доводните системи за вода како и во осовременување на опремата во фабриките за преработка на водата. Во тие рамки во последниве две години е спроведен проект за подобрување на снабдувањето со вода на градот Куманово. Градот Куманово се снабдува со вода за пиење од неколку доводи: Главен вод од Липковско езеро, помошен вод од Липковско езеро и Бунари во с. Бедиње. Доводите со вода влегуваат во фабриката за преработка на водата, каде се врши третман на сировата вода. Преработената вода се дистрибуира низ градот преку четири помошни резервоари, кои се на различни локации низ градот. Доводите на вода од Липковското езеро се под природен пад, додека водата од бунарите во Бедиње се испумпува со пумпи.

Пред една година се дизајнира и пушти во работа систем за телеметрија со кој се врши мерење на нивото на четирите резервоари, нивото на водата во бунарите во Бедиње, како и управување со пумпите во пумпната станица во Бедиње. Системот се состои од четири телеметрички системи и еден систем за управување.

На сл. 1 е даден распоредот на локациите на сите пет локации во однос на фабриката за преработка на водата (Филтер станица). Од сликата може да се види дека локациите не се во еден правец и се радијално распоредени, на растојанија од 100m до скоро 6km воздушно растојание.



Сл. 1. Рапоред на локациите на резервоарите

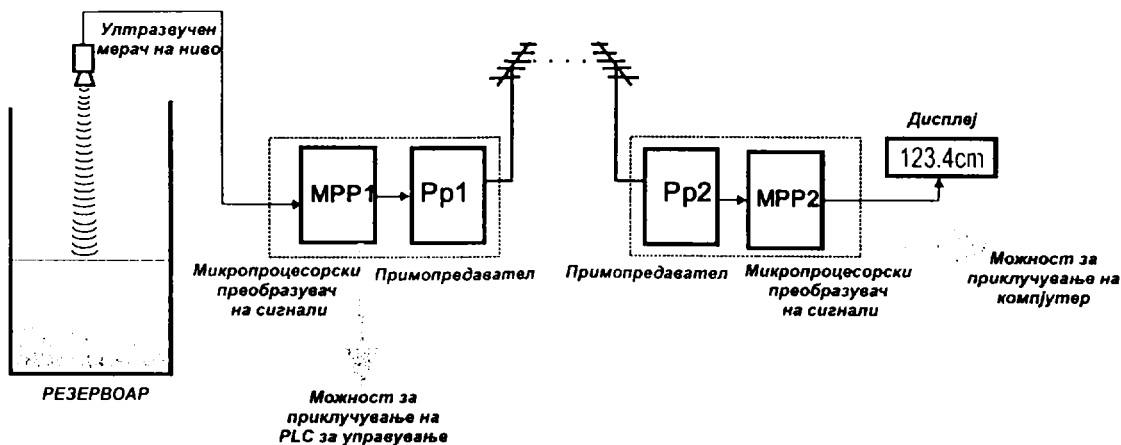
Воспоставен е систем за телеметрија на четири локации, Филтер станица, Кула, Бајрам Шабани и Рајкова куќа, додека во Бедиње е предвиден систем за далечинско управување.

Системот во Бедиње се состои од управување на пумпната станица со помош на PLC (програмабилен логички управувач) од типот CQM на OMRON. Предвидено е локално управување, без посада, но и да-

лечинско управување од филтер станицата, како и набљудување на состојбата во пумпната станица. За таа цел во рамките на PLC треба да има модул за комуникација кој се поврзува на радио модемот.

Во останатите четири резервоара, се врши мерење на нивото на водата со ултразвучни или хидростатски мерачи на ниво. Информацијата на нивото со систем за телеметрија се пренесува во филтер станицата каде се наоѓа посада која врши надзор на дистрибуцијата на вода низ градот. Системот за телеметрија е претставен на сл.2.

Од сликата може да се види дека тој се состои од мерач на ниво кој дава сигнал од 4-20mA, пропорционален на нивото микропроцесорски преобразувач на сигналот, MPP1, кој го преобразува сигналот од 4-20mA во дигитална форма и управува со трансферот на податоците преку радио дата модемот Rp1, кој е поврзан на антената. На старната на централата (во конкретниот случај во филтер станицата) се наоѓа антена која го праќа сигналот до примопредавателниот модул Rp2, кој претставува радио дата модем, Примениот сигнал го испорачува до Микропроцесорскиот преобразувач на сигнали, кој на излезот го возбужува дигиталниот дисплеј кој ја покажува вредноста на нивото на водата во резервоарот. Комуникацијата на радио модемите е на фреквенција од 445MHz, и сите пет системи работат на истата фреквенција. - Еден од микропроцесорските модули во централата е мастер и тој врши прозивка на останатите системи и одредува кој систем кога ќе комуницира.



Сл. 2. Систем за телеметрија на ниво на резервоари со вода

Комуникацијата има формат:

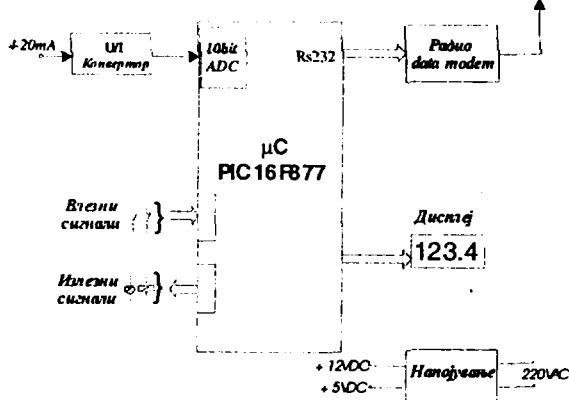
Код на уредот (2 бајта); Корисна информација (2бајта); Check sum (2бајта)

Уредот има софтверски дел за пријавување на појава на грешка при комуникацијата, и тоа:

E01- μ C во далечинслата станица не одговара на повик десет пати едноподруго

E02- μ C во далечинслата станица одговара со лош код десет пати едноподруго

E03- μ C во далечинслата станица одговара со лош check sum десет пати едноподруго.



Сл. 3. Микропроцесорски модул за обработка на сигналите и поврзување на радио модемот со процесот

На Сл. 3 е дадена блок шема на микропроцесорскиот модул (изграден на база на MICROCHIP-овиот микрокомпјутер PIC16F877 кој е еден од најмоќните во оваа серија). Блок шемата го прикажува начинот на приклучување на влезните и излезните уреди во пумпната станица во Бедиње. Влезни сигнали се пренесуваат како информации во филтер станицата за да може посадата да врши управување на пумпите. Додека излезни податоци се управу-

вачки наредби од посадата која е во филтер станицата.

1. ЗАКЛУЧОК

Трудот дава преглед на состојбите во областа на телеметријата и далечинското управување, со опис на модерните начини на дизајн на системите за телеметрија и далечинско управување, како и начините на пренос на податоците. На крајот е даден еден пример на примена на телеметрија и далечинско управување во преработка и дистрибуција на вода, со мерење на ниво на четири резервари со вода, како и управување на една пумпна станица. Ова е еден од најприменуваните места на телеметрија и далечинско управување во светот, а кое во последниве неколку години се повеќе се применува и во Република Македонија.

2. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Canning, John. 100 Great Lives, Rupa and Co, 1999.
- [2] Dave Vasant: The Third Eye of the Water Supply Manager-Radio Telemetry; In Proceedings of 31st convention of Indian Water Works Association, February, 1999
- [3] Mandic S.: A practical Approach to Digital Telemetry Systems, Oxford, 2002
- [4] Rao, U.R., "From Short Waves in Lab to Communication across the Globe", Telematic India, pp.28, 1998
- [5] Rowe, Stanford H. Business Telecommunications, Macmillan, 1988
- [6] Stephens, Lary, "Remote Management: A valuable Tool for the Future of Decentralized Wastewater Treatment" Stephens Consulting service, Haslet, MI, 2001.

Summary

SYSTEMS FOR TELEMETRIC AND TELECONTROL: PRACTICAL APPLICATIONS

Mile J. Stankovski¹, Tatjana Kolemishvska-Gugulovska¹, Ratko Stanojkovski²

¹Faculty of Elektrical Engineering- Skopje, Karposh II, b.b. P. Fah 574, 1000 Skopje, [milestk.tanjakg]@etf.ukim.edu.mk

²Ministerstvo za Internal affairs, UVR Kumanovo, 11 Oktomvri bb, Kumanovo

Abstract –This paper present practical aspects in application of telemetry and telecontrol using new aspect of electronics, signal procesing, telecommunications, and of course theory of control systems. In the paper are presented some aspects during the design of telemetry and telecontrol systems.

Also is presented one real system of telemetry and telecontrol in water distribution, level measurement in four tanks on the different locations.

Keywords: telemetry, telecontrol, digital data transfer, radio data modem, level measurement