

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
ZAVOD ZA ELEKTRONIČKE SUSTAVE I OBRADU INFORMACIJA

Seminar iz kolegija
Sustavi za praćenje i vođenje procesa

LonWorks

Darko Narandžić
MB: 0036379712
Smjer: Automatika

U Zagrebu, svibanj 2004.

Sadržaj

1. Sažetak	3
2. Upravljačke mreže	3
3. LonWorks tehnologija	5
Neuron čip.....	6
LonTalk komunikacijski protokol.....	7
LonWorks Network Services.....	9
4. Programiranje – Neuron C.....	9
5. Literatura.....	11

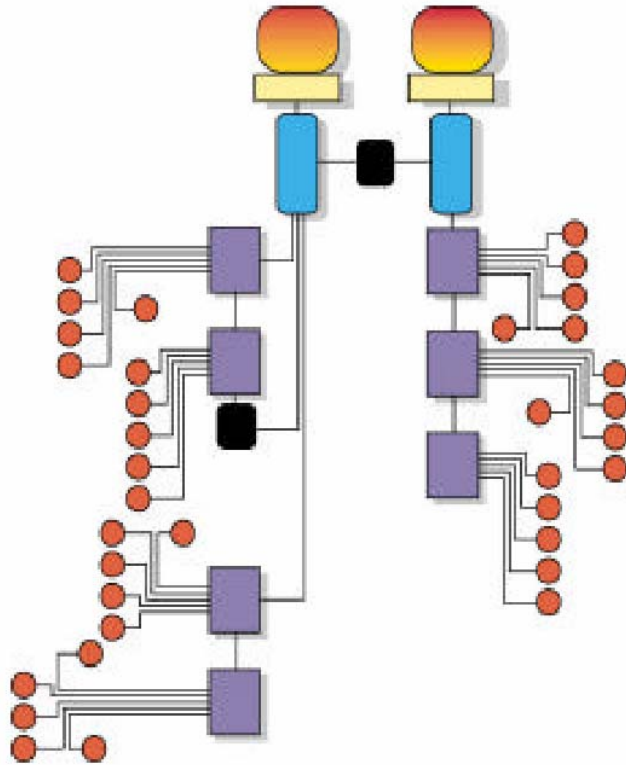
1. Sažetak

Distribuirani sustavi automatskog upravljanja pokazuju se optimalnijima za primjenu u industrijskim pogonima, transportu i kućanstvima od tradicionalnih, centraliziranih. Otvorena LonWorks tehnologija tvrtke Echelon jedno je od naprednijih rješenja koja se danas koriste u tim područjima. U ovom dokumentu opisane su osnove i neke specifičnosti LonWorks tehnologije.

2. Upravljačke mreže

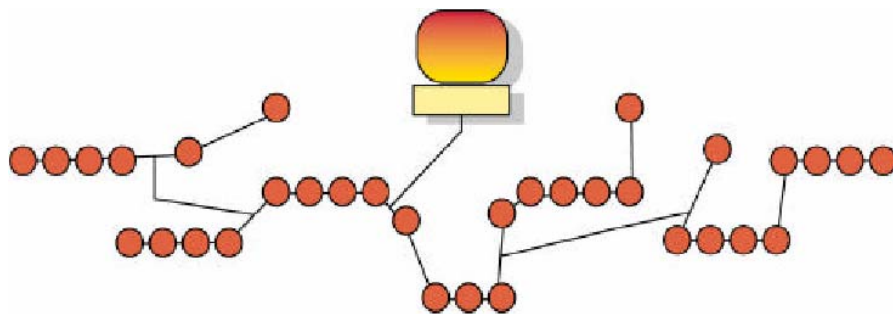
Moderni sustavi automatskog upravljanja sadrže osnovne komponente: senzore, akuatore, upravljačke module, komunikacijske mreže, human-machine interfacije (HMI) i alate za upravljanje mrežom. Razlike među sustavima automatskog upravljanja dolaze od pristupa kojim različiti proizvođači i sistem-integratori pristupaju dizajniranju i korištenju tih komponenti.

Tradicionalni pristup dizajniranju sustava automatskog upravljanja bazira se na velikom broju senzora i aktuatora (ulazno/izlaznih jedinica), međusobno povezanih na upravljačku jedinicu pomoću odgovarajućeg master/slave protokola. Upravljačka jedinica sadrži moćni procesor za opsluživanje upravljačke aplikacije. Takva arhitektura prikazana je na slici 1.1.



Sl. 2.1. Centralizirana arhitektura sustava automatskog upravljanja

U novije vrijeme, tipično unatrag 5-10 godina, takav pristup pokazao se neprikladan za moderne sustave sa sve većim brojem komponenti i sve većim zahtjevima na performanse sustava. Probleme tipične za opisani tradicionalne sustave automatskog upravljanja rješava otvorena i distribuirana arhitektura, koju karakteriziraju komponente predstavljene kao čvorovi povezani u upravljačku mrežu. Opisana distribuirana upravljačka arhitektura prikazana je slikom 1.2.



Sl. 2.2. Distribuirana arhitektura sustava automatskog upravljanja

Takvi sustavi nemaju centraliziranu upravljačku komponentu, već se upravljanje obavlja u inteligentnim uređajima u mreži. U takvim sustavima svaki čvor obavlja svoju upravljačku funkciju, koja ovisi o informacijama koji se prikupljaju na bilo kojem mjestu u mreži. To znači da su mreže u sustavima automatskog upravljanja sada namijenjene više prijenosu informacija, radije nego upravljačkih naredbi - što je karakteristika tradicionalnih sustava.

Važna karakteristika modernih upravljačkih mreža je otvorenost standarda jer omogućuje da se industrijska, komunikacijska i potrošačka oprema različitih proizvođača povezuje u jedinstvenu mrežu. Takav pristup osigurava bržu prihvaćenost od strane potrošača, što dovodi do masovnije proizvodnje primjenjenih uređaja i pada troškova proizvodnje.

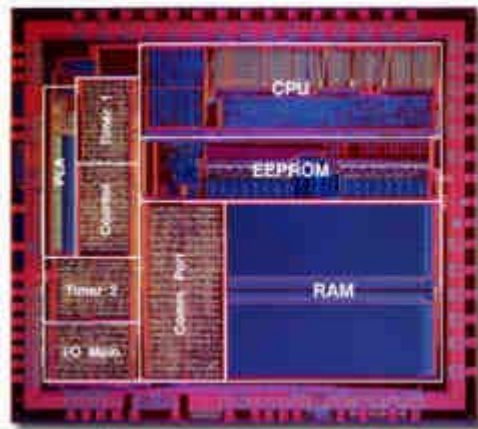
3. LonWorks tehnologija

Primjer tehnologije koja je razvijena upravo da bi odgovorila na potrebe modernih sustava automatskog upravljanja i koja je prilagođena korištenju u tim sustavima je LonWorks. LonWorks je razvijen od tvrtke Echelon u ranim 90-im godinama prošlog stoljeća, a danas važnu ulogu u razvoju LonWorks tehnologije ima LonMark Interoperability Association, organizacija koja objavljuje standarde i obavlja usluge certificiranja za sve komponente sustava. Sama tvrtka Echelon je razvila oko stotinu komponenti sustava (uglavnom komunikacijskih uređaja), a danas postoje deseci proizvođača čije su komponente certificirane kao dijelovi LonWorks sustava. LonWorks tehnologiju čine sljedeće komponente:

- Neuron čip
 - Upravljački procesori i transceiveri
- LonTalk komunikacijski protokol
- LonWorks Network Services (LNS)
 - Osnova za upravljanje mrežama i HMI alate

Neuron čip

Fizička osnova svakog LonWorks uređaja je Neuron čip upravljački procesor, sustav na čipu (system-on-chip, SOC) koji sadrži 3 8-bitna procesora, RAM, ROM i ulazno/izlaznu jedinicu. ROM sadrži operacijski sustav, LonTalk komunikacijski protokol i biblioteku ulazno/izlaznih funkcija. U RAM-u se pohranjuju konfiguracijski podaci i upravljački program, koji se dobivaju preko komunikacijske mreže. Neuron čipovi proizvode se u različitim izvedbama, brzine tipično 10 i 20 MHz i sa različitom količinom RAM-a. Svaki Neuron čip upravljački procesor dobiva jedinstveni 48-bitni kod (Neuron ID). Neuron čip upravljački procesori dizajnirani su od Echelona, a proizvode ih različiti proizvođači (Toshiba, Motorola, Cypress Semiconductor). Od 1998. godine prodano je preko 30 milijuna komada po cijeni manjoj od 3 USD.

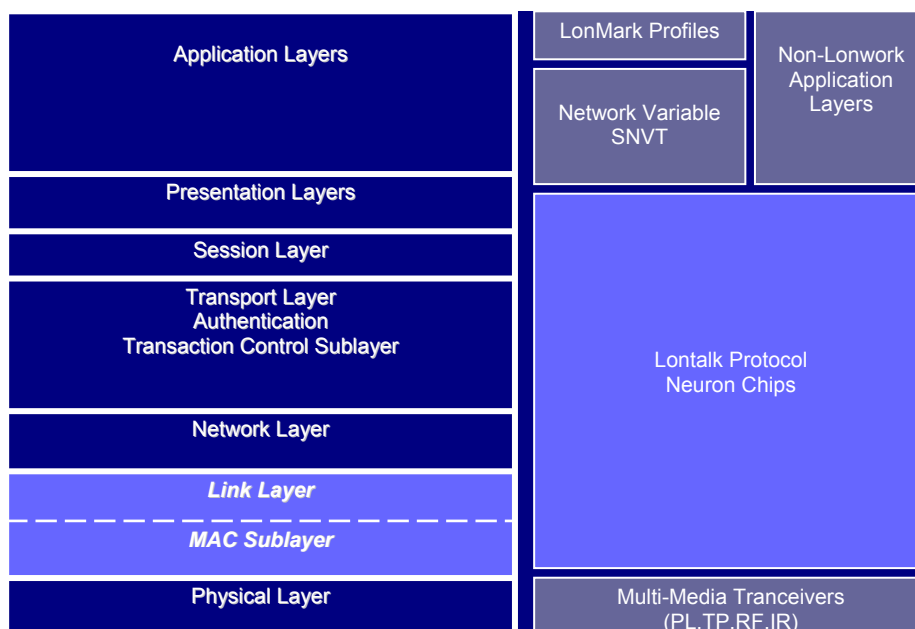


Sl. 3.1. Neuron čip upravljački processor

Transceiver je elektronički uređaj koji predstavlja sučelje između komunikacijskih portova Neuron čip upravljačkog procesora i fizičkog medija nazvanog kanal (channel). Svi uređaji spojeni na specifični kanal imaju kompatibilne transceivere koji komuniciraju istim bit rate-om. Transceivere proizvode Echelon i drugi proizvođači za različite medije: uvijene parice, električne energetske vodove, RF, IR, optičke vodove i koaksijalne kablove. Brzine kojima se može ostvariti

komunikacija između pojedinih uređaja varira ovisno o mediju i dostiže 1.25 Mbps na uvijenim paricama. LonWorks sustavi mogu koristiti različite kanale na istim ili različitim tipovima medija. Kanali su međusobno povezani pomoću LonWorks usmjerivača.

Neuron čipovi hardverski implementiraju slojeve 2-6 OSI referentnog modela, što olakšava razvoj novih aplikacija za upravljačke mreže koje koriste LonWorks tehnologiju.



Sl. 3.2. Usporedba s OSI referentnim modelom

LonTalk komunikacijski protokol

LonTalk je slojeviti, paketno bazirani, serijski peer-to-peer komunikacijski protokol. Kao i Ethernet i Internet protokoli, LonTalk je otvoren i namijenjen je za korištenje u slojevitoj arhitekturi prema zahtjevima International Standards Organization (ISO). Po karakteristikama je prilagođen za korištenje u upravljačkim više nego u podatkovnim mrežama, a dizajniran je tako da nije zavisn od medija koji se koristi. Programska implementacija protokola (LonTalk

firmware) je sadržana u ROM-u svakog Neuron čip-a, a parametri specifični za karakteristične aplikacije pohranjuju se u RAM rezerviran upravo za te parametre.

LonTalk protokol podržava set komunikacijskih usluga koje omogućuju aplikacijskim programima u uređajima da šalju i primaju poruke od drugih uređaja spojenih u upravljačku mrežu bez da znaju topologiju mreže i imena, adrese ili funkcije ostalih uređaja u mreži. LonTalk protokol podržava autentifikaciju, enkripciju, određivanje prioriteta poruka, end-to-end acknowledgement i ispravljanje grešaka, a sve te funkcije implementirane su hardverski u samim Neuron čipovima.

Uređaji spojeni u LonWorks upravljačku mrežu naizmjenice šalju pakete varijabilne duljine koji sadrže aplikacijske i adresne podatke. Svaki uređaj u mreži sluša sve pakete koji putuju mrežom i provjerava da li je paket namijenjen njemu. Ako je tako, uređaj provjerava da li paket sadrži podatke namjenjene aplikacijskom programu ili podatke vezane uz upravljanje mrežom i ovisno o tome, procesira paket na različite načine.

48-bitni kod (Neuron ID) se može uvijek koristiti za adresiranje pojedinih uređaja spojenih u mrežu, no tipično se koristi samo kod inicijalne instalacije i za dijagnostiku, a za normalni mrežni rad koristi se logičko adresiranje. Logičke adrese se definiraju prilikom konfiguracije mreže. Logičke adrese sadrže domain ID (obično skup svih uređaja spojenih u jednu interoperabilnu mrežu) i 15-bitnu adresu čvora ili predefiniranu grupu 8-bitnih čvorova. Moguće je i da dva ili više nezavisnih sustava koristi istu fizičku infrastrukturu. Neki podaci o mogućnostima LonWorks mreža su:

- maksimalni broj uređaja u domeni: 32,385
- maksimalni broj grupa u sustavu: 256

- maksimalni broj čvorova u grupi ako je aktiviran end-to-end acknowledgement: 64
- svaki čvor može biti član do 15 grupa

LonWorks Network Services

LonWorks Network Services (LNS) je klijent-server arhitektura, osnova alata i software-a za instalaciju, održavanje, nadgledanje i upravljanje interoperabilnim LonWorks upravljačkim mrežama. Takvi alati omogućuju udaljeni nadzor i rekonfiguraciju parametara upravljačke mreže, kao i konfiguraciju uređaja spojenih u mrežu, download aplikacijskih programa i parametara na uređaje spojene u mrežu, prijavu grešaka i sl. LNS također omogućuje integraciju sustava upravljanja sa ostalim informacijskim sustavima, pa danas LonWorks arhitektura podržava klijente bazirane na i na Windows operacijskom sustavu.

4. Programiranje – Neuron C

LonTalk protokol implementira koncept mrežnih varijabli (network variable). Mrežna varijabla je bilo kakva informacija generirana od strane aplikacijskog programa, kao što je temperatura, pozicija aktuatora i sl. Aplikacijski program ne treba znati od kuda treba dobiti ili kamo treba poslati vrijednost varijable, već je LonTalk firmware tako konfiguriran da zna logičke adrese uređaja od kojih dobiva ili kojima šalje specifične aplikacijske podatke. Taj proces se naziva binding, a omogućuje stvaranje logičkih veza između izlaznih mrežnih varijabli jednog uređaja i ulaznih mrežnih varijabli drugog. Ograničenje koje se ovdje javlja je da oba uređaja moraju interpretirati podatke na isti način (npr. temperaturu u stupnjevima Fahrenheita ili brzinu u metrima u sekundi). Za korištenje bindinga definirano je preko 100 čestih tipova varijabli zvanih Standard Network Variable Types (SNVT).

Aplikacijski programi za uređaje u LonWorks upravljačkim mrežama pišu se u Neuron C-u, programskom jeziku koji je u osnovi ANSI C proširen s when ključnom riječi za definiranje događaja i njihova redosljeda, 50-ak tipova podataka, 50-ak ulazno-izlaznih objekata i 2 vremenska objekta zbog pojednostavljenja i standardizacije upravljanja uređajima (ti objekti su SNVT-ovi).

Primjer Neuron C koda je prikazan sljedećom slikom:

```
#include <stdlib.h>
#include "a2d.h"

// Declare node-level self-documentation
#pragma set_node_sd_string "&3.0@1Temp Snsr"

// Declare sensor output network variable
network output sd_string("@1|1") SNVT_temp nvoValue;

// Declare sensor configuration parameters
config network input sd_string("&0,5,0\x80,26") SNVT_temp nciOffset;
config network input sd_string("&0,1,0\x80,31") SNVT_muldiv nciGain;
config network input int nciSampleRate;

// Reset task - initialize A/D converter
when( reset ) {
    a2d_enable(nciSampleRate);
    a2d_mux(0);
}

// A/D conversion complete task - propagate network variable
when( a2d_done() ) { // fixed point linear scaling
    nvoValue = muldiv(a2d_read(), nciGain.multiplier, nciGain.divisor)
+ nciOffset;
}
```

Sl. 4.1. Primjer Neuron C koda aplikacijskog programa

5. Literatura

- [1] www.echelon.com
- [2] LonWorks In Brief, www.echelon.com
- [3] Introduction to the LonWorks System, Echelon Corporation
- [4] Overview of Control Networking Technology, Pradip Madan, Echelon Corporation