

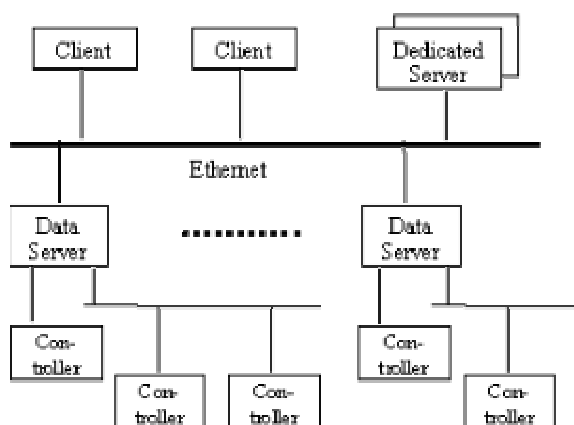
## PRIMER PRIMENE INTEGRISANJA SCADA SISTEMA SA INFORMACIONIM SISTEMOM U INDUSTRIJI

Petar Nikolić ([nikpetar@tigar.com](mailto:nikpetar@tigar.com)), Zoran Milić ([zrondjul@yahoo.com](mailto:zrondjul@yahoo.com)), Tigar MH

**Sadržaj** – U radu je predstavljen sistem za nadgledanje, akviziciju, skladištenje i obradu podataka koji se koristi u industrijskom okruženju, u pogonu fabrike "Program 2T", kompanije Tigar MH u Pirotu. Ovaj sistem se sastoji od dva podsistema: SCADA sistema koji obavlja prikupljanje i nadgledanje podataka i informacionog sistema koji služi za skladištenje i obradu podataka. SCADA sistem je realizovan Allen-Bradley RSVIEW 32 softverskim paketom, jer se na mašinama u pogonu nalaze odgovarajući Allen-Bradley programabilni kontroleri. Informacioni sistem je realizovan kao lokalni Ethernet LAN sistem i povezan je sa centralnom računarskom mrežom Tigar MH.

### 1. UVOD

SCADA sistem predstavlja Supervizorski Sistem za Kontrolu i Akviziciju Podataka (Supervisory Control And Data Acquisition), što znači da mu je namena prikupljanje i analiza podataka u realnom vremenu. Ovi sistemi se koriste za nadgledanje rada i upravljanje mašinama i opremom u različitim granama industrije. Njime se vrši prikupljanje podataka, njihov prenos do centralnog nadzornog mesta, aktivira odgovarajuća signalizacija, a zatim obavlja predviđena obrada podataka i vrši prikaz informacija na logički organizovan način. Postoje dva osnovna sloja u SCADA sistemu: "klijentski sloj" koji je zadužen za interfejs prema krajnjem korisniku, i "sloj servera za podatke" koji obavlja većinu upravljačkih aktivnosti. Programabilni kontroleri povezani su sa serverima za akviziciju i vizuelizaciju direktno ili preko mreže (npr. Allen-Bradley DH+, Siemens H1, Fieldbus, itd...). Serveri za akviziciju i vizuelizaciju mogu biti povezani međusobno, ali i sa klijentskim stanicama (označene sa Client na Sl. 1), koje služe za prikaz podataka, preko Ethernet LAN mreže, kao što je to prikazano na Sl. 1.



Sl 1: Arhitektura hardvera SCADA sistema

Softverski, SCADA predstavlja multiprocesni sistem koji vrši smeštanje podataka u realnom vremenu na jednom ili više servera (označeni sa Data Server na Sl.1). Serveri su zaduženi da na osnovu skupa parametara dobijenih od senzora na mašinama i u zavisnosti od načina realizacije "klijentskog sloja" SCADA sistema, vrše akviziciju

podataka, kao i prikaz i određene elemente upravljanja procesima.

Analiza procesa proizvodnje nudi mnoge pogodnosti. Efikasno prikupljanje informacija o proizvodnji i njihova analiza je jedan od ključnih uslova za uspešno vođenje poslova. Zbog toga je razvoj i primena informacionog sistema od velikog značaja u svim granama industrije.

U fabrici postoji integralni informacioni sistem proizvodnje u kome se prate svi ključni parametri proizvodnog procesa kao što su: ostvarena proizvodnja, zastoji na mašinama, stanje magacina za skladištenje pneumatika, praćenje dorade proizvedenih pneumatika, promena bledera, posebni parametare za pneumatike niže klase. Podaci o ovim parametrima se ažuriraju na smenskom nivou i/ili u realnom vremenu. Pristup podacima i odgovarajućim izveštajima ima odgovarajući broj zaposlenih u fabrici, koji su zaduženi za unos ili analizu podataka.

Podaci su smešteni na serveru baze podataka. Korisnici pristupaju preko korisničkih aplikacija, kojima je predviđeno i generisanje potrebnih izveštaja. U zavisnosti od potreba korisnika, korisničke aplikacije mogu biti instalirane na računarima korisnika ili na terminal serveru, a korisnici pristupaju kao terminal klijenti. Na taj način se obezbeđuje optimalno opterećenje korisničkih računara i servera.

Integracija informacionog sistema i SCADA sistema podrazumeva primopredaju podataka između njih. Podaci se u tabele baze podataka unose manualno preko klijentskih terminala, ili iz SCADA sistema sa servera za akviziciju i vizuelizaciju (koji u ukupnom sistemu i sami predstavljaju klijente). Jedna od pogodnosti ovakvog sistema je to što je omogućen i direktan pristup registrima PLC-a sa odgovarajućih računara u mreži, a time i njihovo jednostavnije programiranje.

### 2. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI I NJIHOVE MREŽE

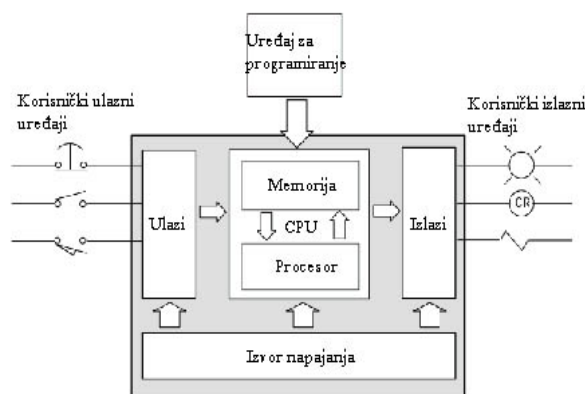
PLC označava Programabilni Logički Kontroler (Programmable Logic Controller). Evolucija upravljanja tehnološkim procesima nametće potrebu za stvaranjem upravljačkih sistema kod kojih je moguća izmena upravljačke funkcije jednostavnom korekcijom programa ili njegovom potpunom izmenom [1]. Zbog potrebe za velikim brojem povezivanja, ovo je kod relejne tehnike predstavljalo posebnu teškoću. Iz ovog razloga su realizovani PLC sistemi uspešno pronašli svoju primenu kod programskog upravljanja.

PLC sistemi omogućavaju veoma efikasnu zamenu relejne ili poluprovodničke tehnike, iskazujući pritom svojstva koja znatno nadmašuju klasične upravljačke sisteme. Logički kontroleri su manjih dimenzija, manje osetljivosti na smetnje i veće fleksibilnosti u primeni.

PLC prati stanja na svojim ulazima i u zavisnosti od toga uključuje ili isključuje izlaze. Ovo je definisano konkretnom programskom logikom.

Logički program se korišćenjem odgovarajućeg softvera unosi sa računara u kontroler. Program je predstavljen električnim relejnim šemama i sadrži instrukcije kojima se direktno kontroliše data aplikacija.

Kontroler se sastoji od izvora za napajanje, centralne procesorske jedinice (koju čine procesor i memorija), ulaza povezanih sa ulaznim uređajima (tasteri, senzori, prekidači), i izlaza povezanih sa izlaznim uređajima (indikatori, releji, pokretači motora). Ovo je prikazano na Sl. 2.



Sl. 2. Logička struktura PLC kontrolera

Allen-Bradley procesori podržavaju različite tipove komunikacionih opcija[2-4]:

- Ethernet (10Base-T) kanal
- DeviceNet kanal
- Data Highway Plus (DH+) kanal
- DH-485 kanal
- RS-232 kanal
- PCL (Peer Communication Link) kanal

Različiti tipovi kontrolera podržavaju različite tipove mreža. U konkretnoj aplikaciji korišćeni su PLC 5/20 kontroleri koji podržavaju DH i DH+, kao i SLC 5/03 i Panel View 550 industrijski displej koji podržavaju DH 485 komunikaciju.

Obzirom da svaki od kontrolera ima integrisan firmware koji obezbeđuje pristup na mrežu preko odgovarajućeg (podržanog) protokola, predviđeno je da postoji mogućnost međusobne komunikacije između kontrolera vezanih u mrežu.

Kabliranje se posebno izvodi u zavisnosti od izabrane topologije mreže i od komunikacionog protokola. Za slučaj DH+ i DH 485 mreža koristi se: oklopljen (širmovan) trožilni kabal. Na ovakvom tipu kabla nije potrebno postavljanje terminalnih završetaka. Kod DH+ komunikacije, maksimalna dužina mreže je 3048m na 57.6kbaud, dok je kod DH485 komunikacije, maksimalna dužina mreže 1219m na 19.2kbaud.

Postoji dva načina fizičkog povezivanja kontrolera u mrežu sa BUS tipologijom:

- Daisy chain, gde su kontroleri kaskadno povezani. Nedostatak ovakvog načina povezivanja je što prekid veze na jednom mestu uzrokuje prekid

komunikacije između 2 dela mreže koja tim prekidom nastaju.

- Dropline-trunkline povezivanje, gde postoji noseći kabal (trunkline) i paralelno postavljene bočne veze (dropline) na čije krajeve se povezuju kontroleri.

U konkretnoj aplikaciji primenjen je dropline-trunkline način povezivanja.

### 3. INTERFEJS ZA POVEZIVANJE INDUSTRIJSKE MREŽE NA PC RAČUNAR I UMREŽAVANJE KLIJENTSKIH STANICA

DH485 i DH+ mreže su preko svojih interfejsa povezane svaka na zasebnu PC stanicu. Ovakvo rešenje možda deluje redundantno, jer je moguće povezati obe mreže preko svojih interfejsa na zasebne portove računara, ali je ovo rešenje izabrano zbog veće stabilnosti sistema i lakšeg vizualnog praćenja stanja na mašinama.

Interfejs koji se koristi za povezivanje DH+ mreže na PC računar je KF2 modul [1770-KF2 Serija]. Ovaj modul predstavlja komunikacioni interfejs za povezivanje inteligentnih RS-232-C ili RS-422-A (asinhronih) uređaja (PC računara, drugih kontrolera) na lokalnu Allen-Bradley mrežu[5]. On omogućava direktno povezivanje na DH, DH+ ili PCL (Peer Communication Link) komunikacione mreže. Preko konfiguracionih prekidača koji se nalaze u modulu vrši se setovanje uređaja za tip komunikacije (DH, DH+ ili PCL), izbor tipa uređaja koji se povezuje na tu komunikacionu mrežu (RS-232-C, RS-422-A), broj stanica na mreži, podešavanja bitske brzine, kao druga podešavanja (hansdhake signal; tip asinhronog protokola – Full Duplex, Half Duplex; provera greške – BCC, CRC; itd).

Interfejs koji se koristi za povezivanje DH485 mreže na PC računar je 1747 KE AIC modul [6]. Ovaj modul predstavlja komunikacioni interfejs koji se ponaša kao most između DH485 mreže i uređaja koji rade po DF1 protokolu. DF1 port ovog modula može biti konfigurisan za RS-232/423, RS-422 ili RS-485 uređaje.

Kao softver koji omogućava komunikaciju PC računara sa Programabilnim kontrolerima (preko odgovarajućih interfejsa i mreže) koristi se Allen-Bradley RSLinx program. Dakle, RSLinx omogućuje komunikaciju PC računara na RS-232 portu, preko DF1 protokola sa gore navedenim interfejsima (KF2 i AIC) i dalje sa kontrolerima na mreži. RSLinx se koristi i pri upisu/čitanju programa u/iz kontrolera.

### 4. OPIS HARDVERA

Za razumevanje celog sistema potrebno je i ukratko objasniti sam proces izrade pneumatika za vozila. Od potrebnih sirovina vrši se dobijanje odgovarajuće gumne smese. Od ove smese se dobijaju poluproizvodi koji predstavljaju komponente pneumatika. Od komponenti se "sklapa" sirov pneumatik. Taj proces se naziva konfekcioniranje, a mašine koje ovo obavljaju konfekcionir mašine. U fabrici "Program 2T" koristi se 2 tipa konfekcionir mašina različitih tehničkih karakteristika. Sledeći i završni korak u izradi pneumatika je vulkanizacija odnosno proces

“pečenja” sirovog pneumatika na odgovarajućem pritisku i temperaturi. Tu se dobija krajnji proizvod - gotov pneumatik. Vulkanizacija se vrši u presama. U fabrici ”Program 2T”, sve prese su istog tipa.

Na konfekcionir mašinama prvog tipa kao upravljačka jedinica nalazi se procesor Allen Bradley PLC 5/20, dok je na konfekcionir mašinama drugog tipa i na presama ugrađen Allen Bradley SLC 5/03 kontroler. PLC 5/20 podržava komunikaciju preko Allen Bradley DH+ mreže, a SLC 5/03 preko DH 485 mreže.

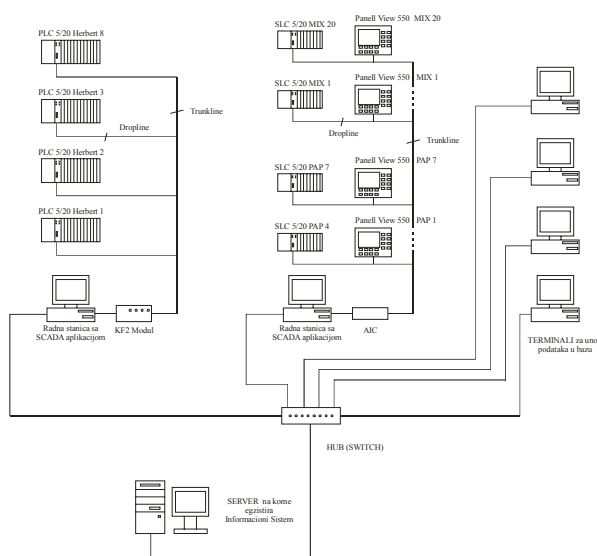
Na konfekcionirkama prvog tipa, nalaze se XYCOM industrijski paneli, dok se na konfekcionirkama drugog tipa kao i na presama nalaze Allen Bradley Panel View 550 industrijski paneli. Panel View 550 podržava DH485 mrežu, a XYCOM vrši direktan upis podataka u PLC 5/20 i nije potrebno njegovo umrežavanje.

S obzirom na ovakvu zatečenu strukturu mašinskog parka nameće se rešenje za realizaciju dve odvojene industrijske mreže:

1. DH485 mreža, koja povezuje SLC kontrolere i Panel View panele na konfekcionir mašinama drugog tipa i presama, i

2. DH+ mreža koja povezuje PLC kontrolere na konfekcionir mašinama prvog tipa.

Obe mreže su povezane na svoje servere za akviziciju i vizuelizaciju podataka i to DH485 preko AIC komunikacionog modula, a DH+ preko KF2 komunikacionog modula. Topologija obe mreže (DH+ i DH485) je BUS sa primopredajom tokena. Pored ove dve industrijske mreže u pogonu postoji i lokalna Ethernet LAN mreža. Namena ove mreže je da se preko nje vrši unos podataka koji ne dolaze sa mašina (tj. sa kontrolera), već se podaci unose manuelno preko terminala. Serveri za akviziciju i vizuelizaciju podataka povezani su u ovu lokalnu Ethernet LAN mrežu kao radne stanice. Celokupna mreža u ”Program 2T”, prikazana je na Sl. 3.



Sl 3. Logički prikaz Ethernet LAN mreže u pogonu fabrike ”Program 2T”

Ethernet LAN mreža u pogonu ima topologiju zvezde[7]. Nju čini više radnih stanica i jedan server koji su povezani u

mrežu preko Hub-a. Kao što je već pomenuto, postoje radne stanice za akviziciju i vizuelizaciju podataka koje predstavljaju klijente u ovoj mreži i koje vrše primopredaju podataka sa DH+ i DH485 industrijskih mreža, i radne stanice za ručni unos podataka. Server ima dve Ethernet kartice i radi kao Ruter, tako da je dostupan i internoj Ethernet mrezi u pogonu i eksternoj računarskoj Ethernet LAN mreži Fabrike Tigar MH. Komunikacija između računara u različitim mrežama je zabranjena.

Serverski računar je konfigurisan kao Terminal server, DHCP server i Server baza podataka. Dodela IP adresa u internoj mreži je dinamička, jer se na serverski računar slivaju svi podaci, tako da u slučaju njegovog pada, pada čitav sistem. radne stanice za akviziciju i vizuelizaciju podataka se na server konektuju preko ODBC drajvera. One vrše upis i čitanje potrebnih podataka sa servera. Ostali klijentski računari služe kao terminali za ručni unos podataka u bazu podataka, i funkcionišu kao Terminal klijenti. Korisnički softver nalazi se samo na serveru.

Računari na kojima se vrši analiza i obrada dobijenih informacija su vezani za eksternu Ethernet mrežu Tigar MH, tako da mogu da komuniciraju sa serverom baze podataka, a ne mogu sa ostalim računarima u internoj Ethernet mreže.

## 5. OPIS SOFTVERA

Program za Allen-Bradley PLC 5/20 logički kontroler projektuje se u RSLogix 5 razvojnom okruženju. Program za Allen-Bradley SLC 5/03 logički kontroler projektuje se u RSLogix 500 razvojnom okruženju. Oba ova okruženja omogućavaju programiranje u tzv. “lestvičastoj (ladder) logici”. Program za Allen-Bradley Panel View industrijski panel projektuje se u Panel Builder razvojnom okruženju. Za pisanje programa za akviziciju i HMI tj. za SCADA program koristi se Allen-Bradley RSVIEW32 razvojno okruženje. Svaki od ovih paketa poseduje grafičko okruženje i podržava OLE funkcije Windows operativnog sistema što pojednostavljuje sam proces pisanja programa.

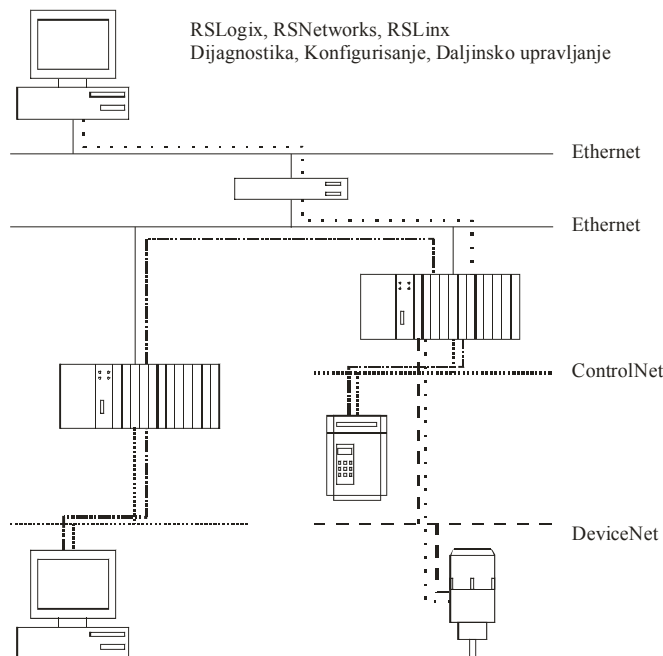
Pri programiranju kontrolera (upis programa) za uspostavljanje komunikacije između PC računara (na kome se vrši programiranje u odgovarajućem razvojnom okruženju) i kontrolera (u koji treba da se upiše tako razvijen program), koristi se interfejs koga čine – Rockwell Automation PCMK kartica za komunikaciju, i programski paket RSLinx 2.3 koji sadrži odgovarajuće komunikacione drajvere. Isti programski paket se koristi i za komunikaciju mreže kontrolera sa PC stanicom (preko odgovarajućeg interfejsa). Ostali gore navedeni programski paketi (RSLogix 5, RSLogix 500, Panel Builder, RSVIEW32) koriste usluge RSLinx komunikacionog softvera za pristup registrima programabilnih kontrolera.

RSLinx je kompletan komunikacioni softver koji omogućuje povezivanje uređaja za različite aplikacije Rockwell Software-a kao što su RSLogix 5/500/5000, RSVIEW32, i RSSql[8]. Pored toga obezbeđeno je nekoliko otvorenih interfejsa za tropojasnu HMI (Human-Machine Interface), primopredaju podataka i analizu paketa kao i korisnički aplikacioni softver. RSLinx može da podrži više aplikativnih softvera istovremeno i to za veliki broj različitih uređaja na različitim mrežama. Moguće je formirati

komunikaciju između bilo kojih mesta u mreži koristeći RSLinx. (Sl. 4).

RSLinx ima grafički interfejs za kretanje kroz mrežu.

Komunikacioni hardver je PCMCIA kartica, serijski port, i mrežna (Ethernet) kartica za PC. RSLinx nudi OPC interfejs za C/C++ korisnike i OPC interfejs za VB/VBA korisnike. RSLinx takođe podržava višestruke DDE formate za programe poput Microsoft Excel-a.



Sl. 4. Primer povezivanja PLC kontrolera na različite aplikacije pomoću RSLinx

Na računarima koji rade kao serveri za akviziciju i vizuelizaciju, istovremeno se izvršavaju SCADA program i korisnički program, i oni su preko ODBC drajvera povezani sa Serverom baze podataka, i međusobno preko DDE veze. Ovakav pristup omogućava veću fleksibilnost u radu, zbog lakšeg programiranja pojedinih procesa. Naime, procesu proizvodnje zahteva povremene probe i modifikacije i zbog njih nije potrebno menjati SCADA sistem.

Sa korisničkih računara može se preko baze podataka poslati zahtev za obradu ili skladištenje podataka za određeni vremenski period, tako da se analiza podataka dobijenih sa mašina i odgovarajuće akcije mogu vršiti iz kancelarije, u realnom vremenu, na osnovu unapred pripremljenih izveštaja, grafika ili potprograma.

## 6. ZAKLJUČAK

U radu je predloženo rešenje sistema koji omogućuje da se nakon analize podataka dobijenih sa mašina u procesu

proizvodnje i podataka dobijenih na osnovu manualnog unosa u bazu podataka preko terminala, veoma brzo deluje na dalji tok proizvodnje. Ovim se smanjuju nepotrebni troškovi i poboljšava kvalitet proizvoda. Praćenje parametara proizvodnje u realnom vremenu i mogućnost trenutnog delovanja na proizvodne podsisteme kao i kompletna analiza proizvodnog procesa u zavisnosti od velikog broja činilaca, ključne su osobine ovog sistema i glavni faktori koji treba da omoguće plansko razvijanje i investiranje u proizvodnju. Ovo predstavlja glavni razlog razvoja ovog sistema.

## LITERATURA

- [1] Nebojša Matić, "Uvod u industrijske PLC kontrolere", Beograd, mikroElektronika, 2001.
- [2] -, "PLC 5 System Design Manual" User Manual, Allen\_Bradley, Milwaukee USA, April 1996.
- [3] -, "SLC500 Instruction Set Reference Manual", Allen\_Bradley, Milwaukee, USA, March 1999.
- [4] -, "RSView32" User's Guide, Allen\_Bradley, Milwaukee, USA, March 1999.
- [5] -, "Data Highway or Data Highway Plus Asynchronous (RS-232-C or RS-422-A) Interface Module" User Manual, Allen\_Bradley, Milwaukee, USA, March 1989.
- [6] -, "DH485/RS232-C Interface Modul" Installation Instructions, Allen\_Bradley, Milwaukee USA, February 2000.
- [7] -, "Osnove umrežavanja", (autorizovan prevod sa Engleskog jezika drugog izdanja knjige "Network Essentials", second edition, Microsoft Press), Beograd, CET Computer Equipment and Trade, 1998.
- [8] -, "RSLinx Technical Data", Allen\_Bradley, Milwaukee, USA, 2002.

**Abstract** – Monitoring, data acquisition, data storing and data processing system for the industrial environment is presented in this paper. The system is to be used in the pneumatics factory "Program 2T", Tigar MH company in Pirot. The system consists of two subsystems: one is SCADA system that performs data acquisition, monitoring and process control, and the second is information system for data storing and data processing. Since Allen-Bradley programmable controllers are used in the factory for machines control, SCADA system is developed with Allen-Bradley RSView 32 software. Information system is developed as a local Ethernet LAN system and is connected to the Ethernet LAN of Tigar MH.

## EXAMPLE OF SCADA AND INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION FOR INDUSTRIAL APPLICATION

Petar Nikolić, Zoran Milić