

<b>Univerzitet u Sarajevu</b> <b>Elektrotehnički fakultet u Sarajevu</b> <b>Odsjek za AiE</b> <b>Kurs: Praktikum AI</b> <b>Oznaka kursa: ETFAEIPAI2445, ETFRIIPAI2445</b>	<b>Dr Samim Konjicija, dipl. ing. el.</b>  <b>Mr Nedim Osmić, dipl. ing. el.</b>  <b>Mr Emir Sokić, dipl. ing. el.</b>
<b>Aktivnost: Integralni ispit (AiE)</b>	
<b>Datum:</b> 14.6.2012. godine - Rješenje	<b>Vrijeme:</b> 9:00-11:00 <b>Trajanje:</b> 2 h

1. Demonstrirati poznavanje Matlaba:

- a) Neka su date matrice A, B i C dimenzija  $n \times n$ . Napisati u Matlabu izraz koji formira vektor-red X čiji elementi predstavljaju sumu odgovarajućih elemenata prve kolone matrice A, trećeg reda matrice B i elemenata glavne dijagonale matrice C (tj. prvi element vektor reda X je suma prvog elementa prve kolone matrice A, prvog elementa trećeg reda matrice B i prvog elementa dijagonale matrice C; drugi element vektor reda X je suma drugog elementa prve kolone matrice A, drugog elementa trećeg reda matrice B i drugog elementa dijagonale matrice C itd.)

**Rješenje:**

$$X = A(:, 1)' + B(3, :) + \text{diag}(C)'$$

ili:

$$X = \text{sum}([A(:, 1)'; B(3, :); \text{diag}(C)'])$$

- b) U jednom grafičkom prozoru nacrtati dva grafika jedan pored drugog:

$$y = e^{-x^2} \frac{\sin x}{x}$$

- grafik funkcije  $y = e^{-x^2} \frac{\sin x}{x}$  na intervalu  $[-\pi, \pi]$ , uz podjelu na 100 dijelova. Grafik nacrtati crvenom isprekidanom linijom. Preko ovog grafika nacrtati crvenim zvjezdicama isti grafik, uz podjelu na 10 tačaka. Postaviti oznake osa, te uključiti mrežu.
- grafik funkcije  $z = x^4 + y^4$  na intervalu  $[-4, 4]$ , uz podjelu na 50 dijelova. Koristiti 3D contour prikaz. Ose postaviti na opseg od -5 do 5 po x-osi i y-osi, te 0 do 600 po z-osi.

**Rješenje:**

```

x = -pi:2*pi/100:pi;
y = exp(-x.^2).*sin(x)./x;
subplot(1,2,1), plot(x,y,'r--')
x1 = -pi:2*pi/10:pi;
y1 = exp(-x1.^2).*sin(x1)./x1;
hold on plot(x1,y1,'r*')
grid on
xlabel('x')
ylabel('y')
x2 = -4:8/50:4;
y2 = x2;
[X,Y] = meshgrid(x2,y2);
Z = X.^4 + Y.^4;
subplot(1,2,2), contour3(X,Y,Z,20)
axis([-5 5 -5 5 0 600])

```

(2 boda)

2. Demonstrirati poznavanje programiranja u Matlabu:

- a) Data je funkcija u Matlabu:

```

function [y1,y2]=zad2a(a,b,p)
if nargin<3
    p=5;
end
if (nargin<2)|isempty(b)
    b=ones(2);
end

```

```

if (nargin<1)|isempty(a)
    a=2*ones(2,2);
end
[m,n]=size(a);
tmp1=p*a^2;
tmp2=b/p;
y1=tmp1+tmp2.^2;
y2=[];
for k=1:m
    for l=1:n
        y2=[y2;tmp1(k,l)];
    end
end
end

```

Potrebno je odrediti vrijednosti varijabli  $p$  i  $q$  ako je funkcija pozvana sa:

$[p,q]=\text{zad2a}([4 \ 3;2 \ 1],[],5)$

**Rješenje:**

$$p = \begin{bmatrix} 110.04 & 75.04 \\ 50.04 & 35.04 \end{bmatrix} \quad q = \begin{bmatrix} 110 \\ 75 \\ 50 \\ 35 \end{bmatrix}$$

b) Napisati funkciju  $[m, M]=\text{zad2b}(A)$  koja za datu matricu  $A$  vraća vektor-kolone  $m$  i  $M$ , od kojih prva na svakoj poziciji sadrži minimalnu vrijednost elementa, a druga maksimalnu vrijednost elementa reda matrice  $A$  (bez korištenja funkcija  $\min$  i  $\max$ ). U okviru funkcije provjeriti da li je funkcija pozvana sa dovoljnim brojem argumenata, te da li se radi o matrici.

**Rješenje:**

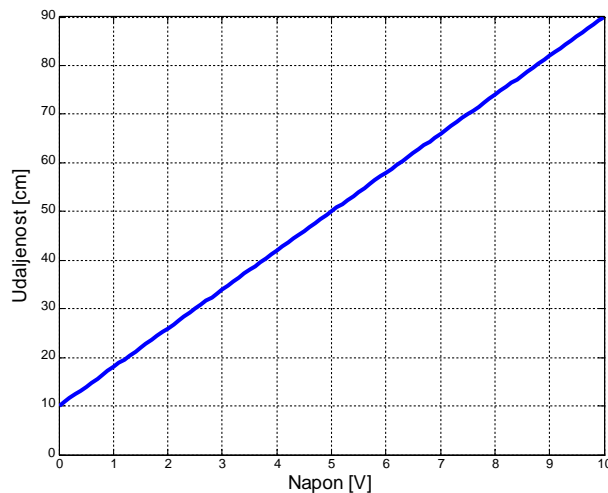
```

function [m,M]=zad2b(A)
if (nargin<1)|isempty(A)
    error('Neispravan broj argumenata')
end
if (size(A,1)<2)|(size(A,2)<2)
    error('Argument nije matrica')
end
for k=1:size(A,1)
    m(k,1)=A(k,1);
    M(k,1)=A(k,1);
    for l=2:size(A,2)
        if m(k)>A(k,l)
            m(k)=A(k,l);
        end
        if M(k)<A(k,l)
            M(k)=A(k,l);
        end
    end
end
end

```

**(4 boda)**

- Na kanal "2" MCC kartice adresirane kao "1" dolazi signal sa analognog senzora nivoa u opsegu od 0-10 volti, u vremenu trajanja od 60 sekundi. Uzorkovanje ulaznog signala se vrši brzinom od 5 Hz. Karakteristika senzora je prikazana na grafiku.



Potrebno je očitati nivo, i izvršiti skaliranje tako da najvećoj vrijednosti (koju senzor može očitati) odgovara napon od 4 volta a najmanjoj vrijednosti napon od 1 volta. Koristeći prikaz grafika jedan ispod drugog na istom prozoru potrebno je prikazati grafike: Grafik napona ulaznog signala sa senzora, grafik udaljenosti te grafik izlaznog napona. Zadatak uraditi primjenom programskog paketa Matlab.

#### Rješenje:

Sa datog grafika se može videti da se radi o lineanoj krivoj ( $d = k \cdot x + n$ ), te direktno možemo da očitamo da je  $n=10$ , a  $k = \frac{90-10}{10} = 8 \Rightarrow$  karakteristika senzora je  $d = 8 \cdot x + 10$ , gdje je  $x$  očitani napon sa senzora. Što se tiče skaliranog nivoa ( $d_s$ ) očigledno je da najvećoj vrijednosti koju senzor može očitati tj. 90 cm odgovara vrijednost napona od 4 V, dok najnižoj vrijednosti od 10 cm odgovara vrijednost od 1 V. Sistem jednačina koji ovo skalira je:

$$\left. \begin{array}{l} 4 = 90 \cdot k + n \\ 1 = 10 \cdot k + n \end{array} \right\} \Rightarrow k = 0.0375, n = 0.625$$

Dakle jednačina koja skalira na opseg 10 cm – 90 cm na opseg 1-4 [V] je  $d_s = 0.0375 \cdot d + 0.625$ . Znajući ovo matlab kod koji realizira zadati problem je:

```
ai=analoginput('mcc',1)
addchannel(ai,2)
set(ai,'SampleRate',5)
set(ai,'SamplesPerTrigger',5*60)
start(ai)
[V,t]=getdata(ai);
d = 8*V+10;
ds=0.0375*d+0.625
subplot(3,1,1)
plot(t,V);
xlabel('Vrijeme');
ylabel('Napon sa senzora');
title('Grafik napona koji daje senzor');
grid on;
subplot(3,1,2)
plot(t,d);
xlabel('Vrijeme ');
ylabel('Nivo');
title('Grafik nivoa');
grid on;
```

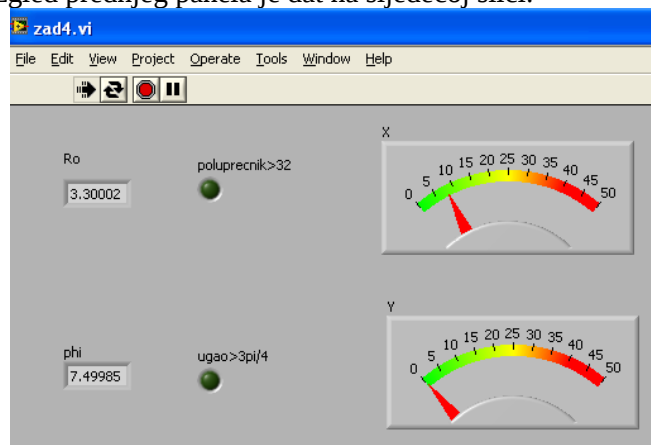
```

subtitle(3,1,3)
plot(t,ds);
xlabel('Vrijeme ');
ylabel('Skalirani Nivo');
title('Grafik skaliranog napona sa senzora');
grid on;

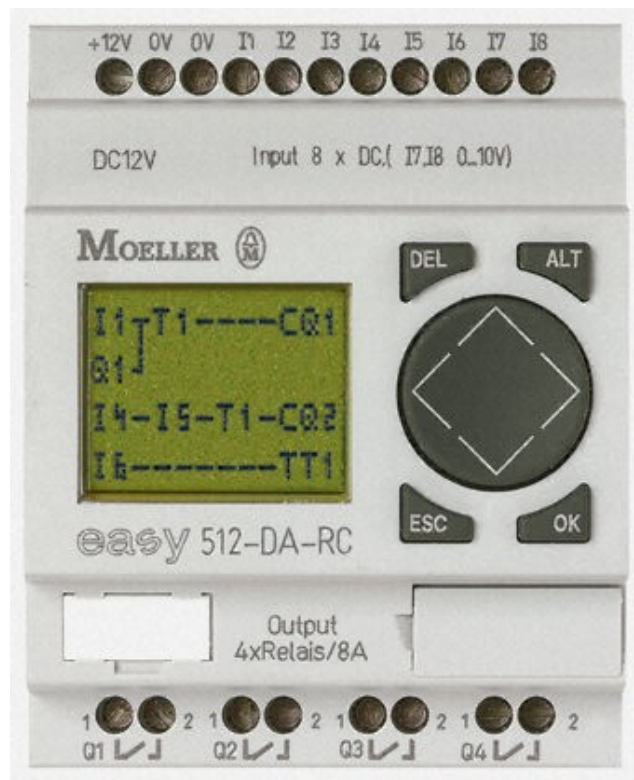
```

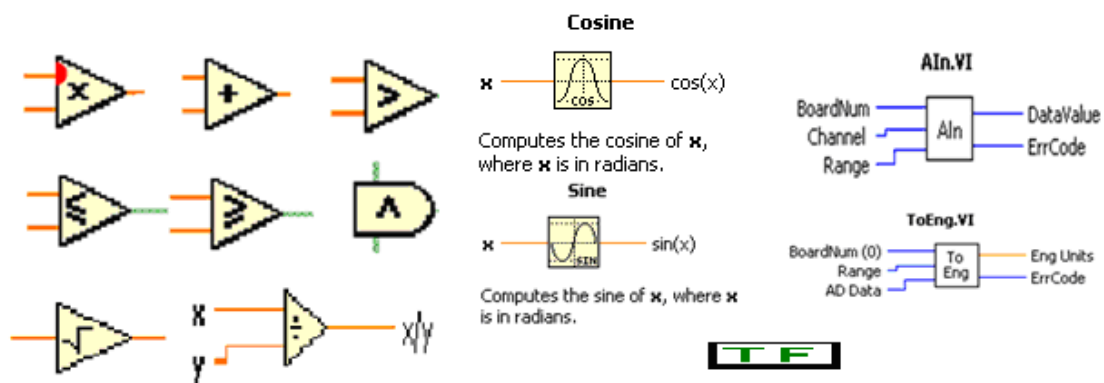
(4 boda)

4. Na analogne ulaze (2 i 3) akvizicione kartice MCC 1208FS (koja ima adresu 1) dovode se analogni signali u opsegu 0-10 V. Vrijednosti analognih kanala 2 i 3 predstavljaju, respektivno, udaljenost objekta od senzora ( $R_0$  - poluprečnik) i ugao koji taj objekat zaklapa sa pozitivnim dijelom  $x$  ose ( $\Phi$ ). Za analogni ulaz "2" vrijednost od 1 V odgovara udaljenost od 4 m, dok za analogni ulaz "3" vrijednost od 1 V odgovara uglu od 36 stepeni. Potrebno je izvršiti konverziju datih koordinata u dekartov sistem koordinata te upaliti diode ukoliko udaljenost bude veća od 32 m ili ugao pređe vrijednost od  $3\pi/4$ . Izgled prednjeg panela je dat na sljedećoj slici:

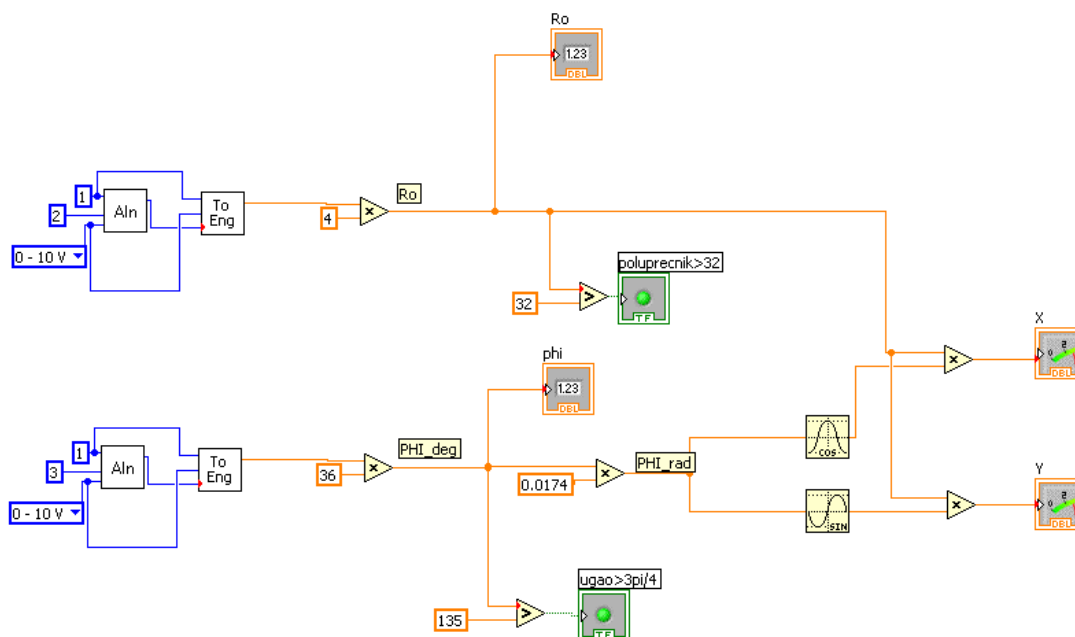


Dodatni elementi:



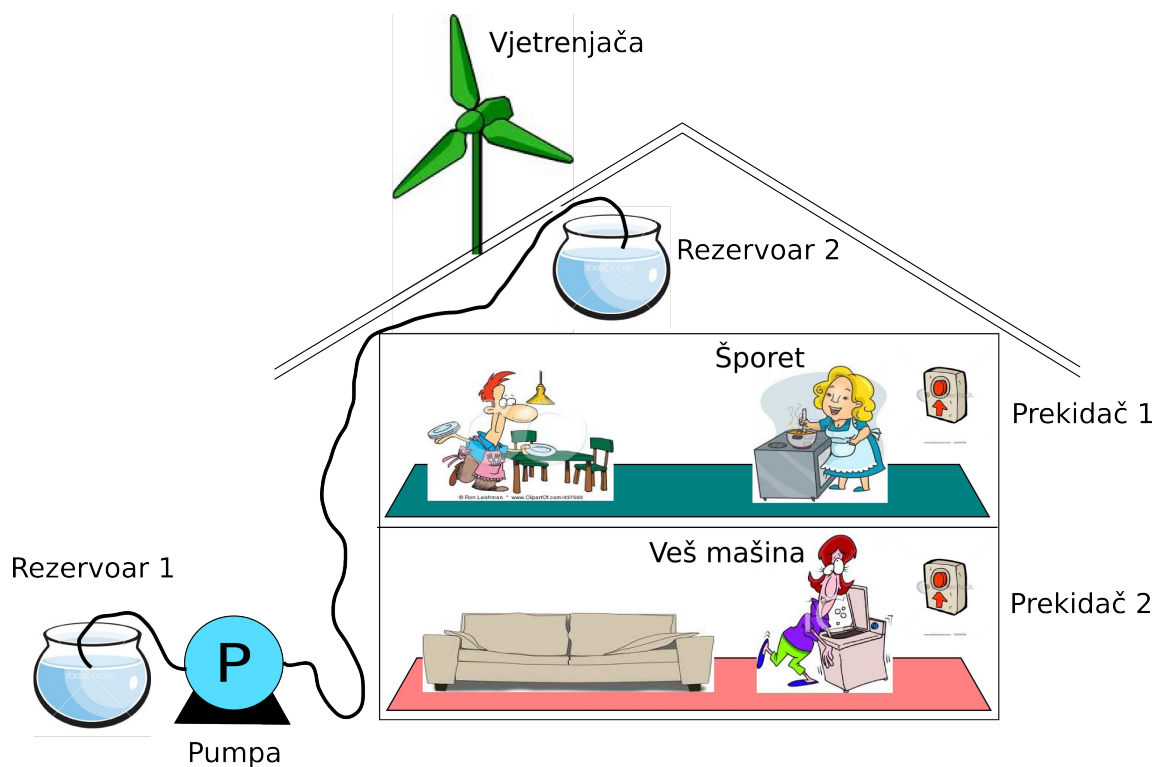


Rješenje:



(4 boda)

5. Dato je gradilište kao na slici:  
 Na slici 1. je prikazana struktura kuće opremljene sa alternativnim izvorom energije:



Slika 1.

Kuća je opremljena sa sljedećim elementima:

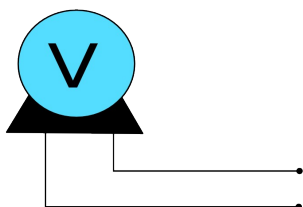
- Vjetrenjačom za proizvodnju električne energije na osnovu snage vjetra. Vjetrenjača daje promjenljiv napon koji ovisi od snage vjetra (0-100%). Maksimalni napon koji vjetrenjača može da daje je 400V izmjenično. Vjetrenjača je opremljena sa senzorom brzine, koji na svom izlazu daje istosmjerni napon proporcionalan brzini vrtnje vjetrenjače, i to opsega 0-25V (25V odgovara maksimalnoj brzini odnosno naponu).
- U kući se nalaze dva potrošača koji se mogu priključiti direktno na napon vjetrenjače, a to su šporet i veš mašina. Potrošači se priključuju na vjetrenjaču posredno preko Prekidača 1 odnosno Prekidača 2. Potrošače je moguće priključiti na mrežu samo ako je napon na vjetrenjači veći od 200V, u protivnom, bez obzira na uključivanje Prekidača 1 ili 2, ni šporet ni veš mašinu neće biti moguće uključiti.
- Izvan kuće se nalazi pumpa, koja ispušćava vodu u rezervoar koji se nalazi na tavanu. Obzirom da vjetrenjača nije opremljena nikakvim pretvaračima napona, pumpa služi za trošenje viška proizvedene električne energije. Pumpa treba da se uključuje na vjetrenjaču automatski kada napon na vjetrenjači pređe 300V, i to samo ako oba potrošača (veš mašina i šporet) nisu uključena. Ako su uključena oba potrošača, onda pumpa treba da se uključi tek onda kada napon na vjetrenjači pređe 350V.

Potrebno je, koristeći PLC, **razviti aplikaciju (Ladder dijagram) i nacrtati potpunu shemu ožičenja**, koja omogućava gore navedenu funkcionalnost.

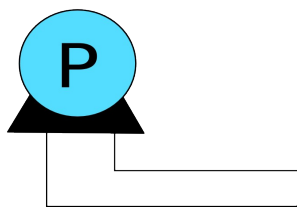
Na raspolaganju su sljedeće komponente:

- Vjetrenjača kao izvor, (0- 400V~ AC) sl.2
- Senzor brzine vrtnje vjetrenjače, (0 -25V =DC), sl.3
- Potrošač 1 , odnosno Potrošač 2 (šporet i veš mašina), sl.4
- Pumpa , sl. 5
- Prekidači P1 i P2, sl.6
- PLC Moeller Easy 512 -RC-DC
- Osnovne elektroničke komponente (otpornici, tranzistori...)

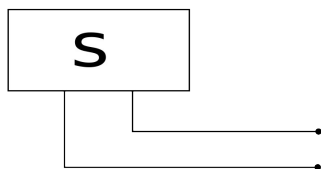
Vjetrenjača



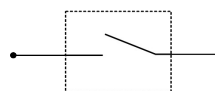
Pumpa



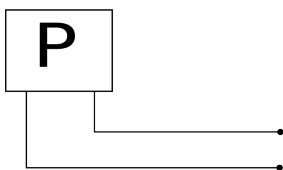
Senzor br.



Prekidač

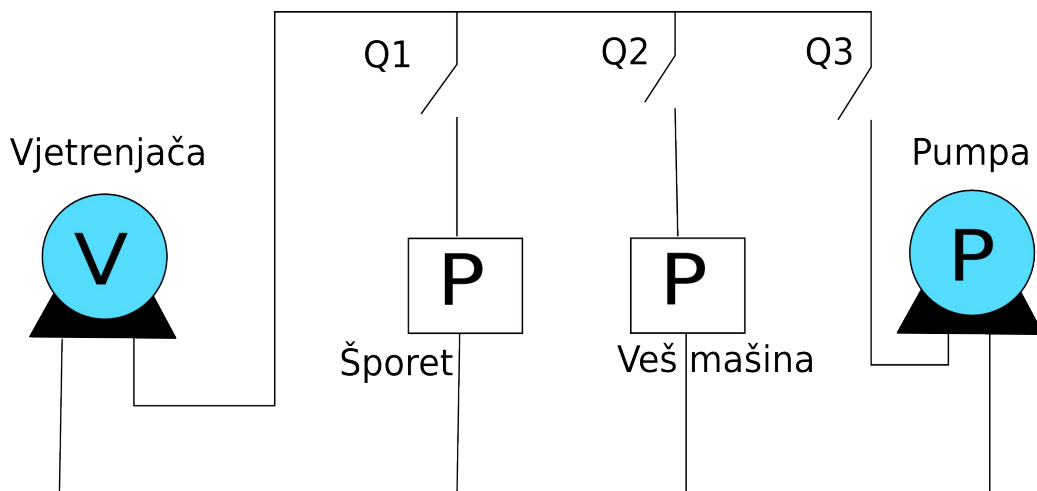


Potrošač



**Rješenje:**

Prema uslovu zadatka, potrošači trebaju biti vezani paralelno na vjetrenjaču, korištenjem sljedeće principijelne sheme:



Prekidači Q1, Q2 i Q3 treba da se uključuju automatski u zavisnosti od određenih uslova, opisanih u zadatku. Prirodno je izlaze Q1, Q2 i Q3 povezati na relejne izlaze PLC-a, a sa programom odrediti funkcionalnost istih.

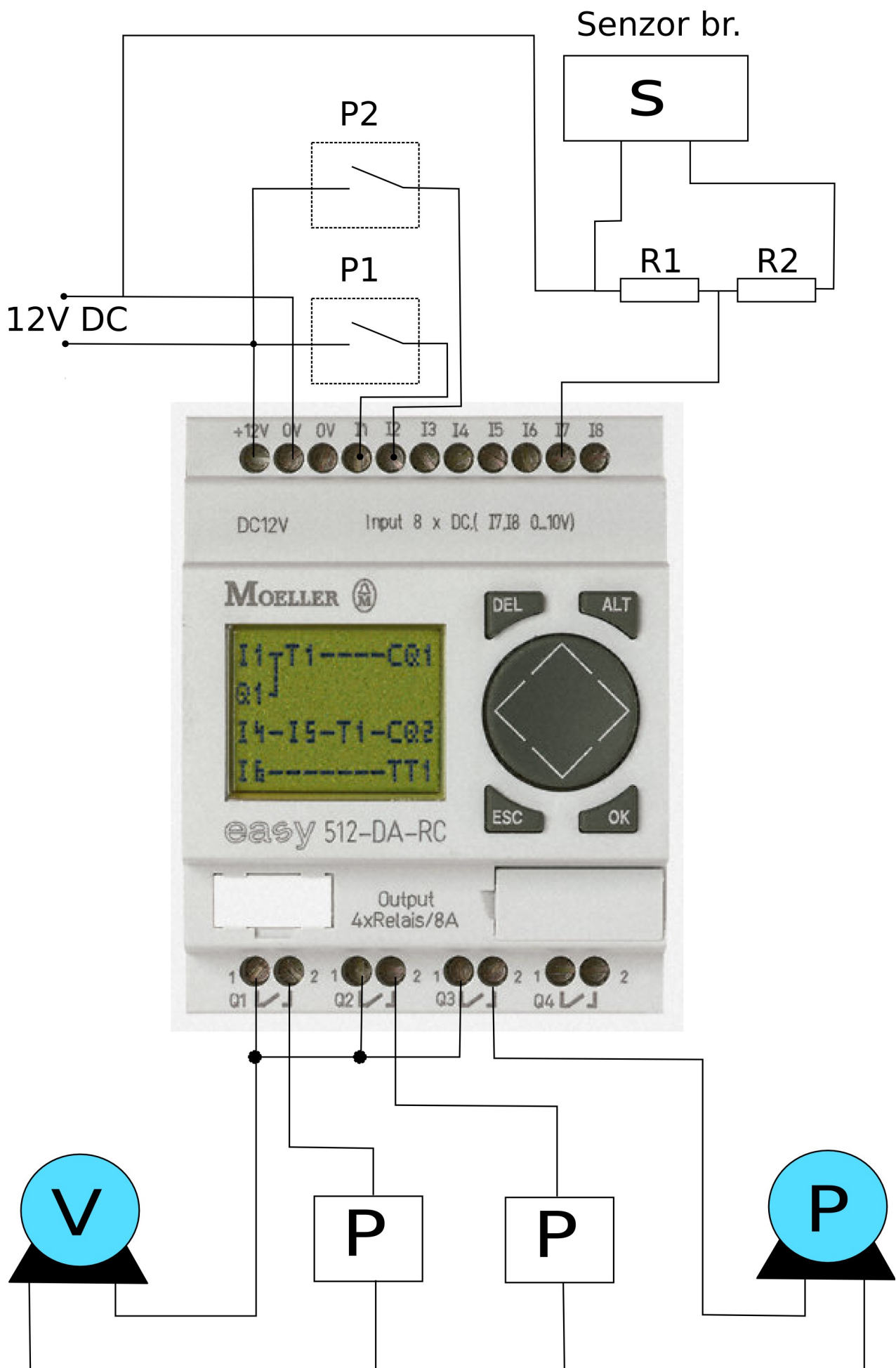
Prekidače P1 i P2 ćemo jednostavno povezati na digitalne ulaze PLC-a, i koristiti ih kao logičke varijable.

Nadalje, za rješavanje zadatka je važan napon koji proizvodi vjetrenjača. Njega posredno mjerimo korištenjem senzora brzine. Obzirom da je analogni ulaz PLC-a, opremljen 10-bitnim AD konvertorom sa ulaznim opsegom (0-10V), tada je izlaz sa senzora potrebno voditi na analogni ulaz preko djeljitelja napona, odnosno na analogni ulaz dovoditi napon 2.5 puta manji. Ako za naponski djeljitelj odaberemo otpornike  $R1=10K$  i  $R2=15K$ , tada će se izlazni napon sa naponskog djeljitelja smanjiti 2.5 puta.

Napon vjetrenjače $U_v$	Napon Senzora $U_s = U_v / 16$	Napon na Analognom ulazu PLC-a $U_{an} = U_s / 2.5$	Binarna vrijednost $Bin = U_{an} * 1023 / 9.99V$
200	12.5	5	512
300	18.75	7.5	768
350	21.88	8.75	896

Brojevi u posljednjoj koloni će poslužiti za podešavanje analognih komparatora u PLC dijagramu.

Potpuna shema spajanja je data na sljedećoj slici.





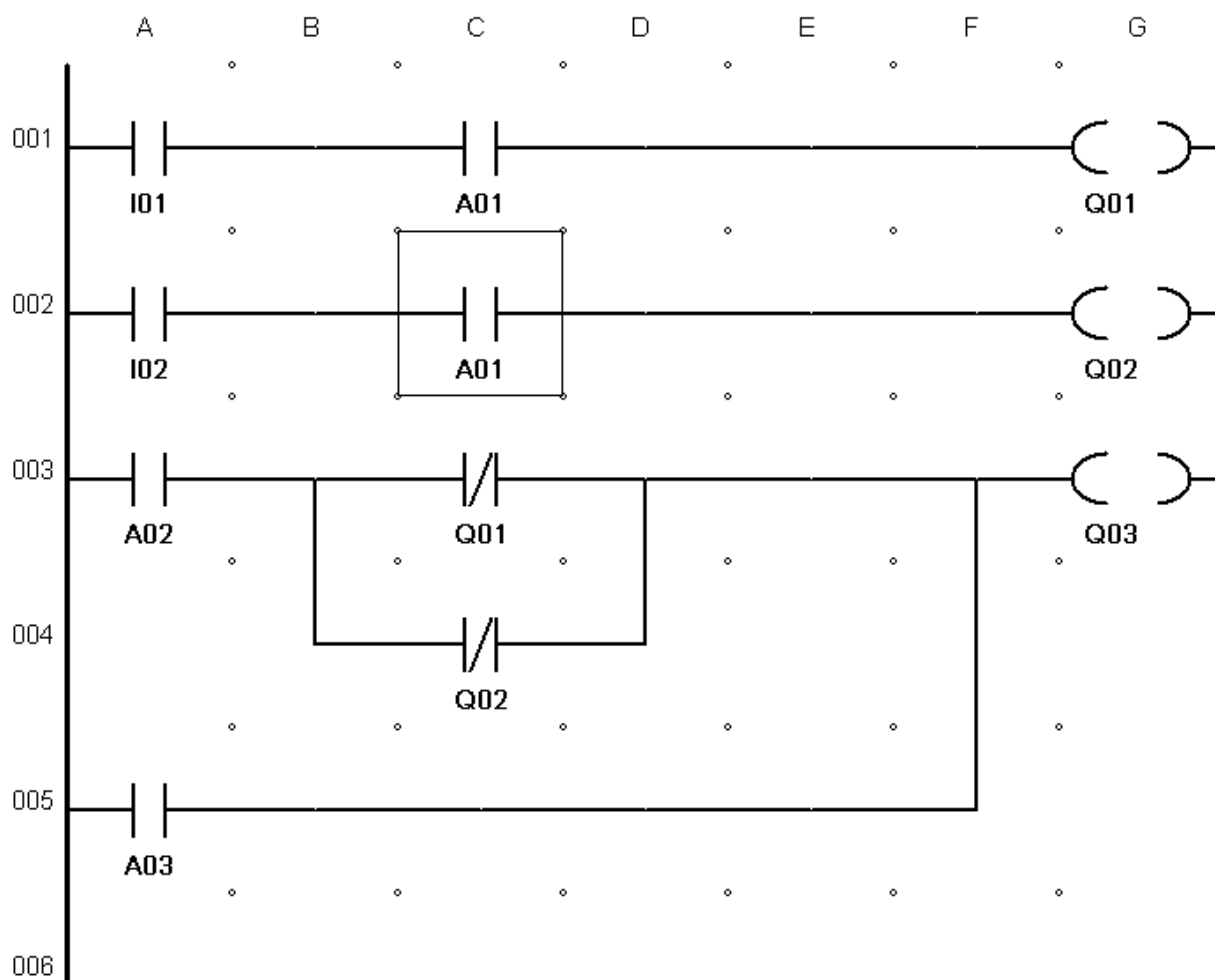
Da bismo realizirali traženu funkcionalnost, potrebno je koristiti 3 analoga komparatora A1, A2 i A3, postavljena na pragove okidanja 512, 768 i 896, priključen preko analognog ulaza I7, a zatim dva prekidača za posredno uključivanje potrošača P1 i P2, spojene na I1 i I2, te tri relejna izlaza Q1, Q2 i Q3 za uključivanje potrošača.

Neka su analogni komparatori postavljeni tako da daju logičku jedinicu ako je nivo na analognom ulazu viši od postavljenog praga okidanja.

Tada se ostvaruju sljedeće logičke funkcije:

- Ako je uključen I1 i vjetrenjača daje dovoljno napona (A1), uključi potrošač Q1.  
Odnosno:  
 $Q1 = I1 \wedge A1$
- Ako je uključen I2 i vjetrenjača daje dovoljno napona (A1), uključi potrošač Q2.  
Odnosno:  
 $Q2 = I2 \wedge A1$
- Ako je napon na vjetrenjači prešao 300V (aktiviran A2), i ako oba potrošača nisu uključena (  $\text{NOT}(Q1 \wedge Q2) = \text{NOT}(Q1) \vee \text{NOT}(Q2)$  ) uključi pumpu:  
 $Q3 = A2 \wedge (\text{NOT}(Q1) \vee \text{NOT}(Q2))$
- Ako je napon na vjetrenjači naraste preko 350V (aktiviran A3), tada pumpu treba uključiti bez obzira na stanje potrošača:  
 $Q3 = A3$

Na sljedećoj slici je dat Ladder dijagram koji realizira traženu funkcionalnost:



(6 bodova)