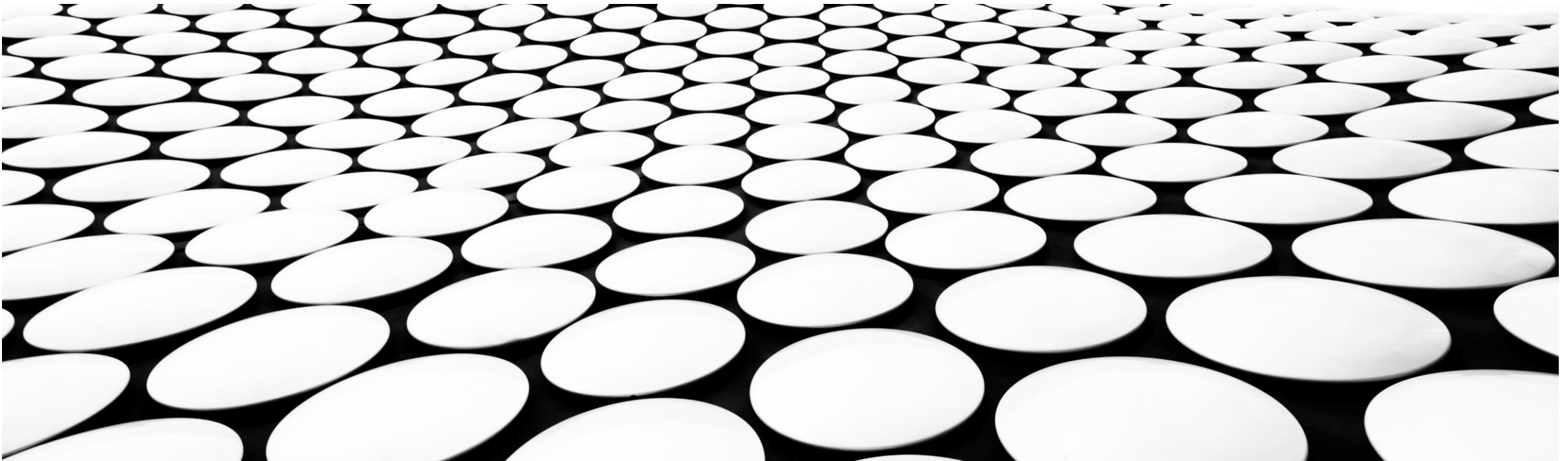


REGULACIJA BRZINE VRTNJE ELEKTROMOTORA

HRVOJE BOGADI

DIJANA IVEZIĆ



ODREĐIVANJE VREMENA UZORKOVANJA

```
TIM_TimeBaseInitTypeDef TIM4_InitStructure;  
TIM4_InitStructure.TIM_Prescaler = 5999;           //frequency prescaler - define Ts  
TIM4_InitStructure.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;  
TIM4_InitStructure.TIM_Period = 1199 * 0.1;        //auto-reload register value - define Ts  
TIM4_InitStructure.TIM_ClockDivision = TIM_CKD_DIV1;  
TIM_TimeBaseInit(TIM4, &TIM4_InitStructure);
```

- `TIM4_InitStructure.TIM_Period = 1199 * 0.1;` Određuje period uzorkovanja
- Default postavljen na 0.1 sekundu

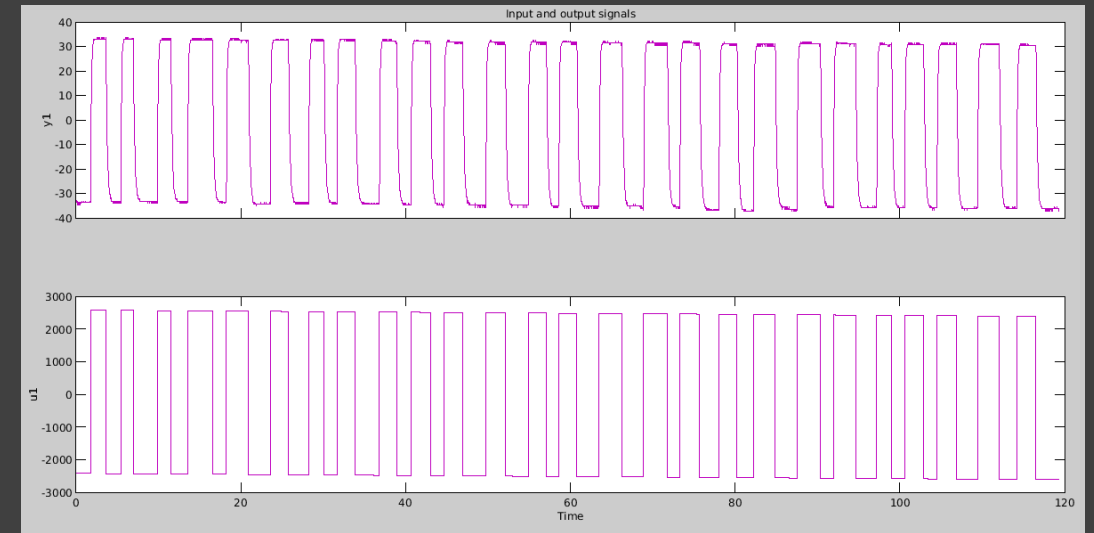
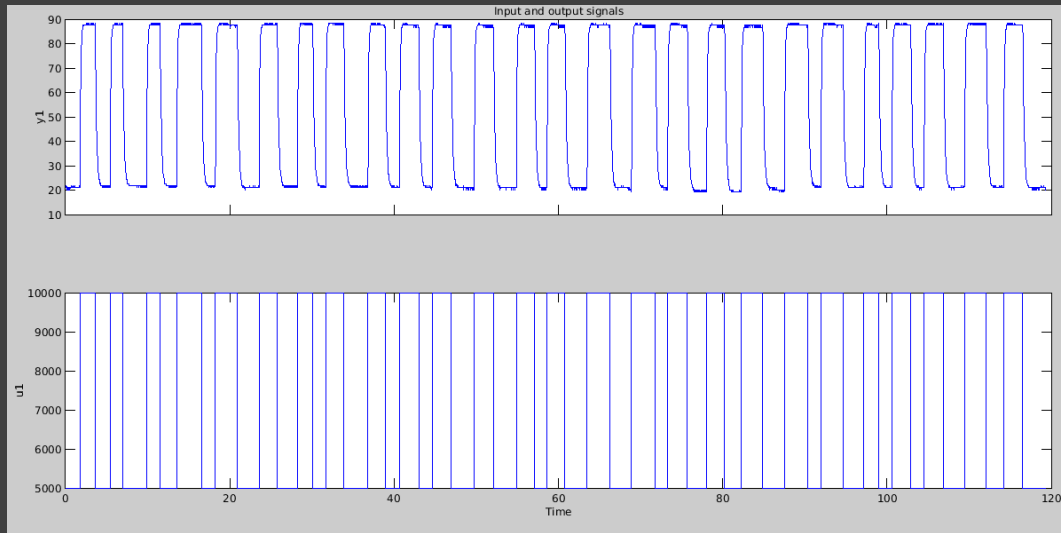
MJERENJE BRZINE VRTNJE

- Prebrojavanje broja zareza na kotaču elektromotora
 - Counter na interruptu koji se poziva svaki puta kada se prepozna zarez na kotaču
 - 41 zarez
- Određivanje brzine vrtnje pomoću broja zareza u jednom intervalu vremena uzorkovanja
- Računanje prosjeka brzine zbog smanjivanja utjecaja šuma (paziti na brzinu odziva)
- Prikaz brzine u formatu okret/sekundi

PRBS (PSEUDORANDOM BINARY SEQUENCE)

- Određivanje statičke radne točke
 - $7500\text{PWM} \pm 2500\text{PWM}$
 - Određuje amplitude PRBS signala
- Širina PRBS signala određuje se u ovisnosti o vremenu uzorkovanja
 - Želimo dobiti promjene na step pobudu i dio stacionarnog stanja (ne predug)
- Ispis PWM (PRBS) signala i brzine na Serial Plot
- Snimanje signala pomoću Serial Plot u tekstualnu datoteku
- Učitavanje signala u Matlab, normalizacija oko nule (linearizirani sustav podrazumijeva rad s promjenama oko radne točke)

PRBS (PSEUDORANDOM BINARY SEQUENCE)

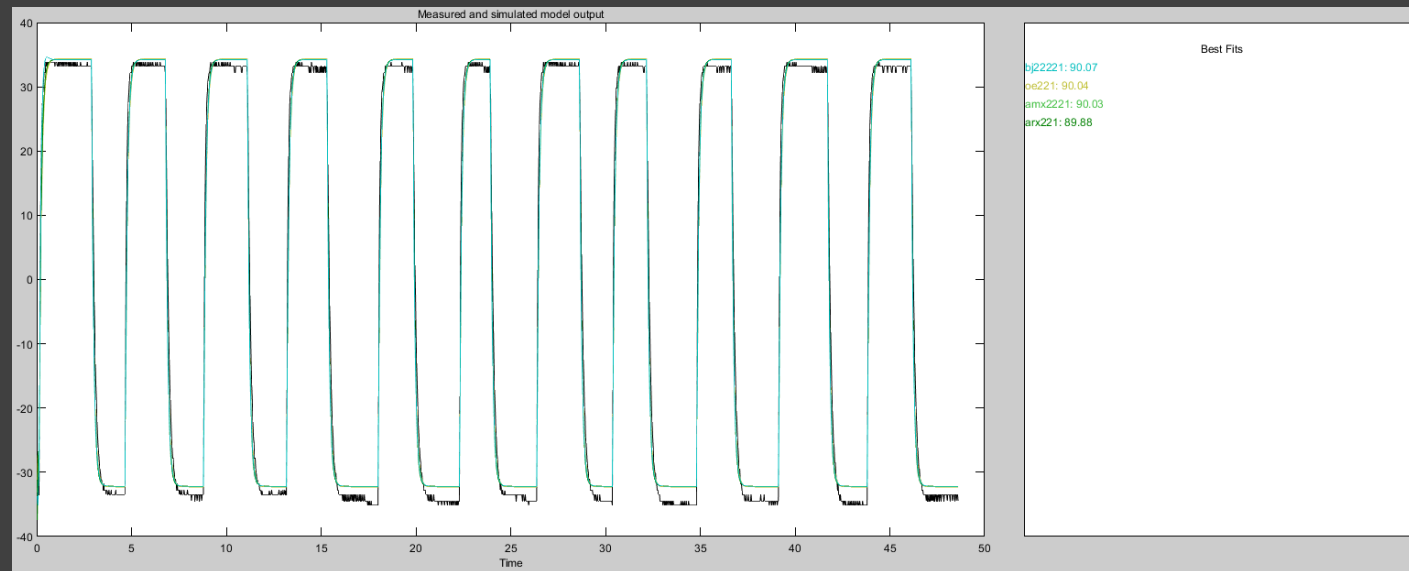


PRBS (PSEUDORANDOM BINARY SEQUENCE)

```
void prbs(){  
    //Set operating point at 7500PWM -- Set PRBS to +/- 2500PWM  
    if(timeCount == randT){  
        timeCount = 0;  
        randT = (uint16_t)((rand() % (upperLimitRandT - lowerLimitRandT + 1)) + lowerLimitRandT);  
        if(up){  
            randPWM = 10000;  
            up = false;  
        }else{  
            randPWM = 5000;  
            up = true;  
        }  
        Set_PWM(randPWM);  
    }  
}
```

IDENTIFIKACIJA PROCESA

- Pomoću normaliziranih podataka ($u \rightarrow$ ulazni PWM signal, $y \rightarrow$ izlazna brzina vrtnje u okr/s) identificira se proces u obliku polinoma
- Korišten je arx221 model (zanemariva razlika u kvaliteti identifikacije s obzirom na ostale modele, jednostavnost implementacije)

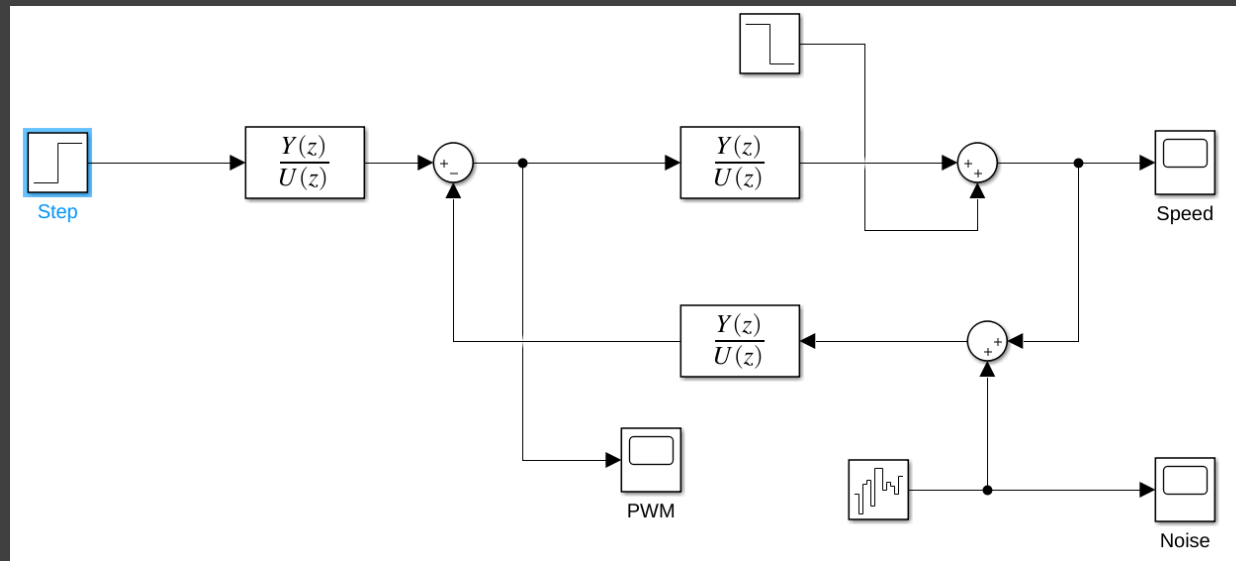


SINTEZA REGULATORA

- Odabrana je metoda postavljanja polova
 - Potrebno je odrediti vrijeme porasta ($t_{a,50}$), koeficijent prigušenja (ζ) i frekvenciju oscilacija (ω_n iz $t_{a,50}$ i ζ)
 - Odabrana vrijednost $t_{a,50}$ iznosi $10 * T_s$, a ζ 0.7 kako bi se postiglo nadvišenje od 5% (u tom slučaju $\omega_n = \frac{2}{t_{a,50}}$)
 - Polovi procesa nisu izravno kompenzirani nulama regulatora
 - Poremećaj je modeliran kao step funkcija ($C = z - 1$)

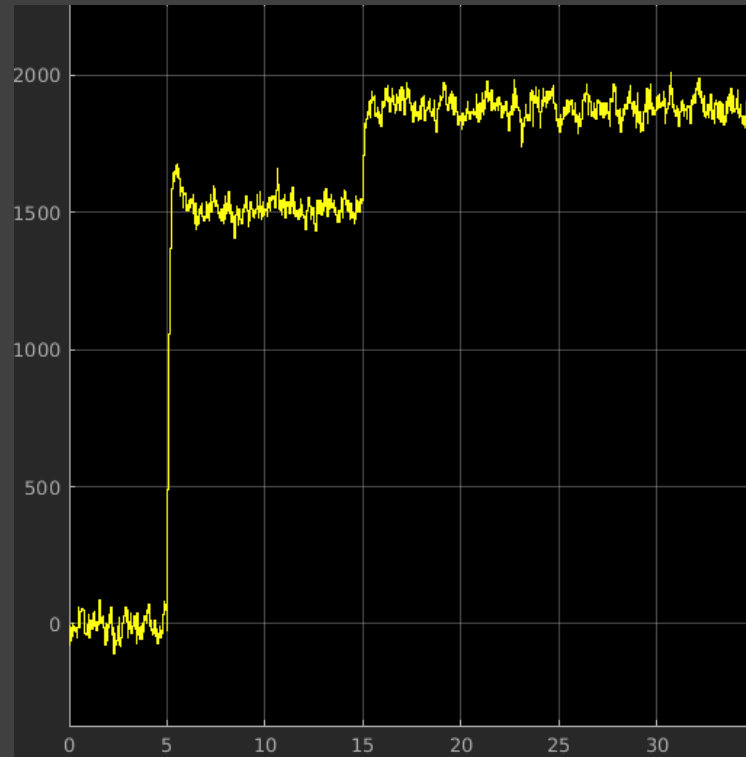
SIMULINK MODEL

- Model je prikazan na ovakav način kako bi istaknuli polinome metode postavljanja polova
- Ovom je metodom dobiven i prefilter koji osigurava jedinično pojačanje, regulira nadvišenje i smanjuje utjecaj šuma
- Šum je modeliran kao aditivni bijeli Gaussov šum
- Nakon uspostave stacionarnog stanja implementirano je djelovanje poremećaja

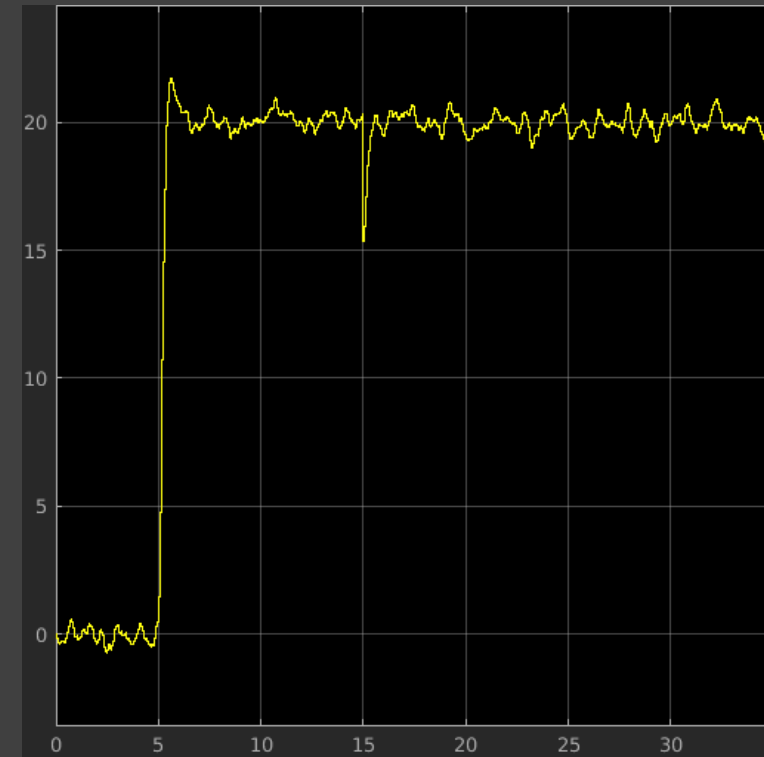


SIMULINK MODEL

PWM



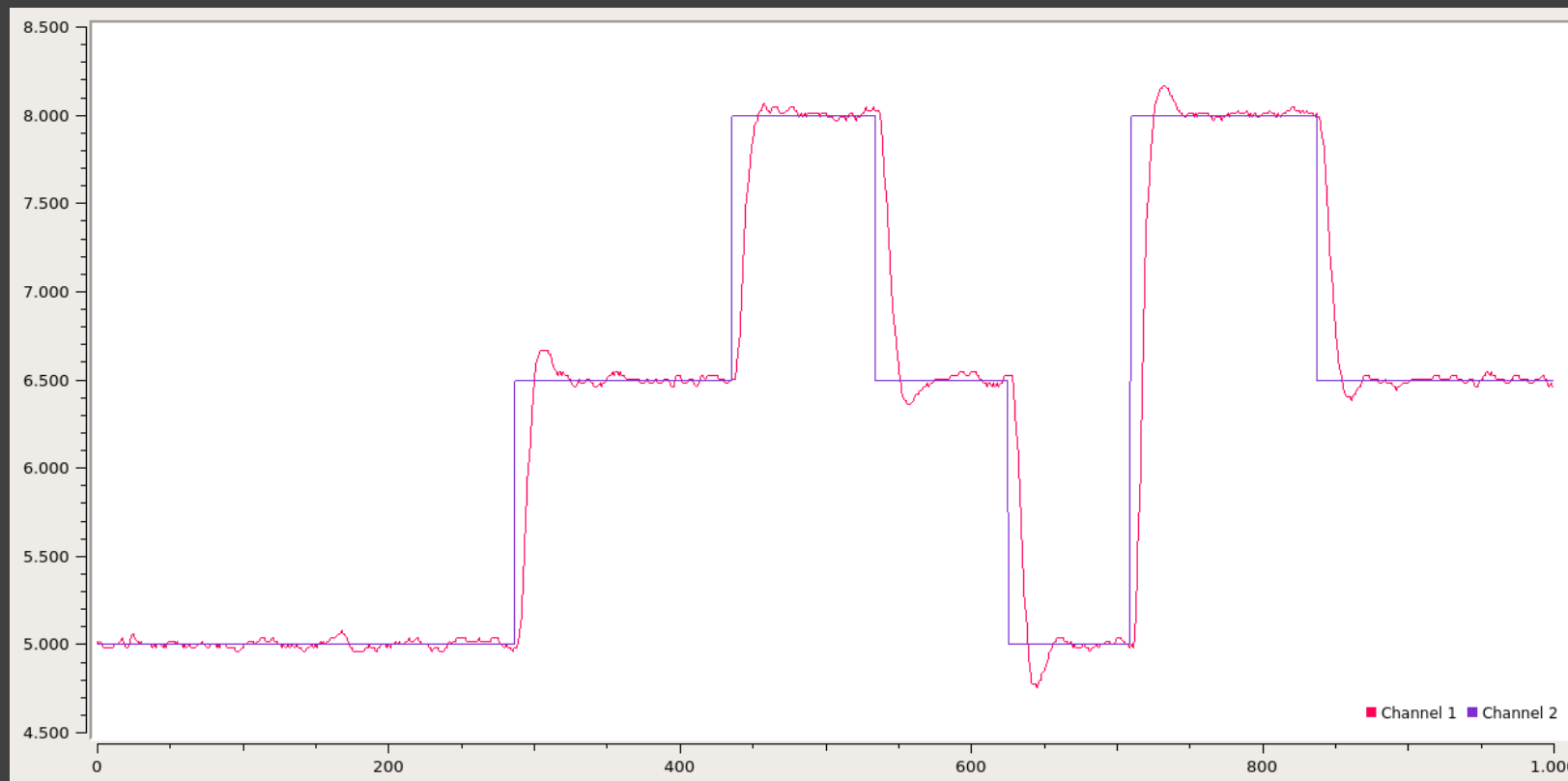
BRZINA



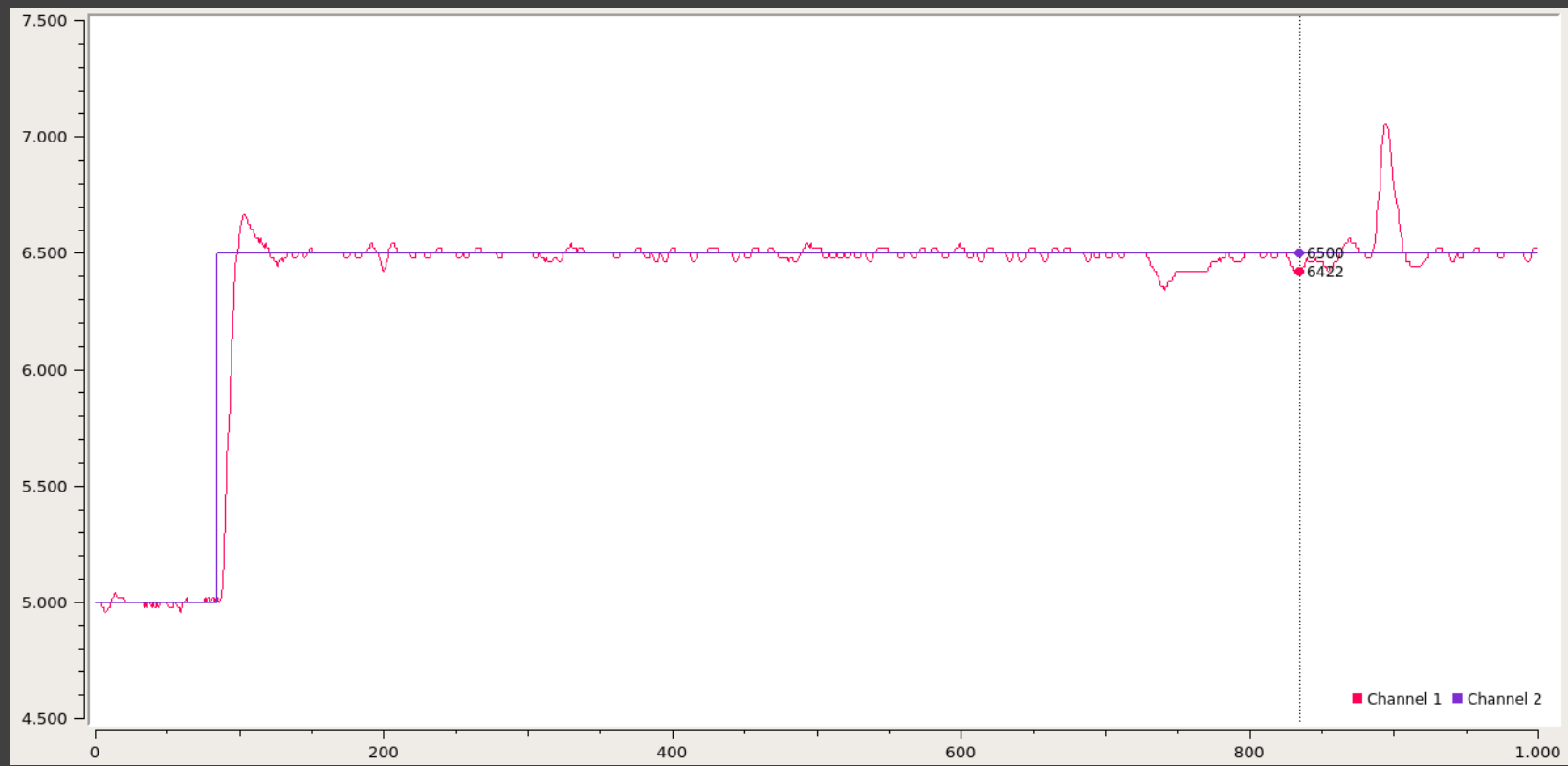
REKURZIVNA JEDNADŽBA

- Polinomi R, S i T regulatora
 - $R = R_2z^2 + R_1z + R_0$
 - $S = S_2z^2 + S_1z + S_0$
 - $T = T_2z^2 + T_1z + T_0$
- Upravljački signal (PWM)
 - $u(k)$
- Referentna veličina (željena brzina)
 - $x(k)$
- Mjerena veličina (stvarna brzina vrtnje elektromotora)
 - $y(k)$
- $u(k) = T_2x(k) + T_1x(k - 1) + T_0x(k - 2) - (S_2y(k) + S_1y(k - 1) + S_0y(k - 2) + R_1u(k - 1) + R_0u(k - 2))$

IMPLEMENTACIJA REGULATORA



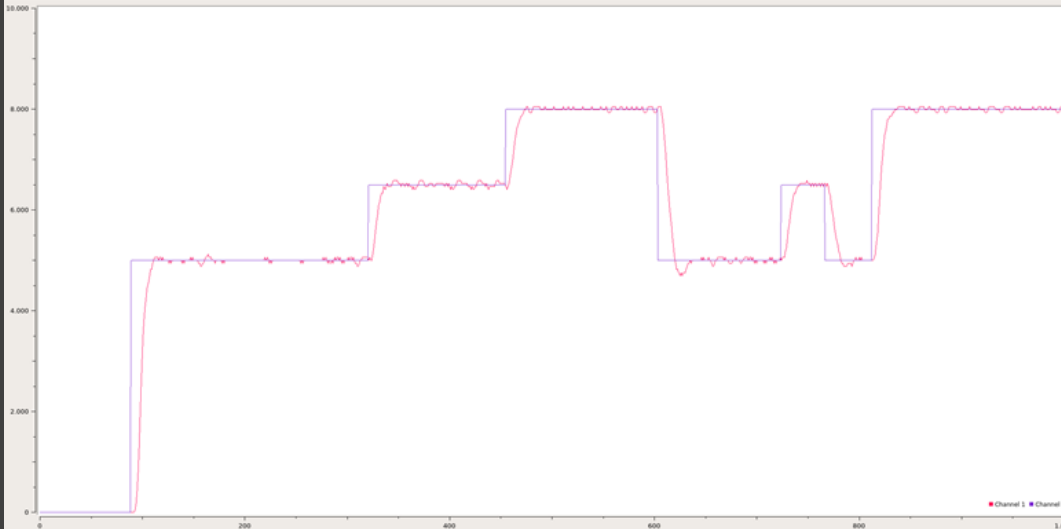
IMPLEMENTACIJA REGULATORA



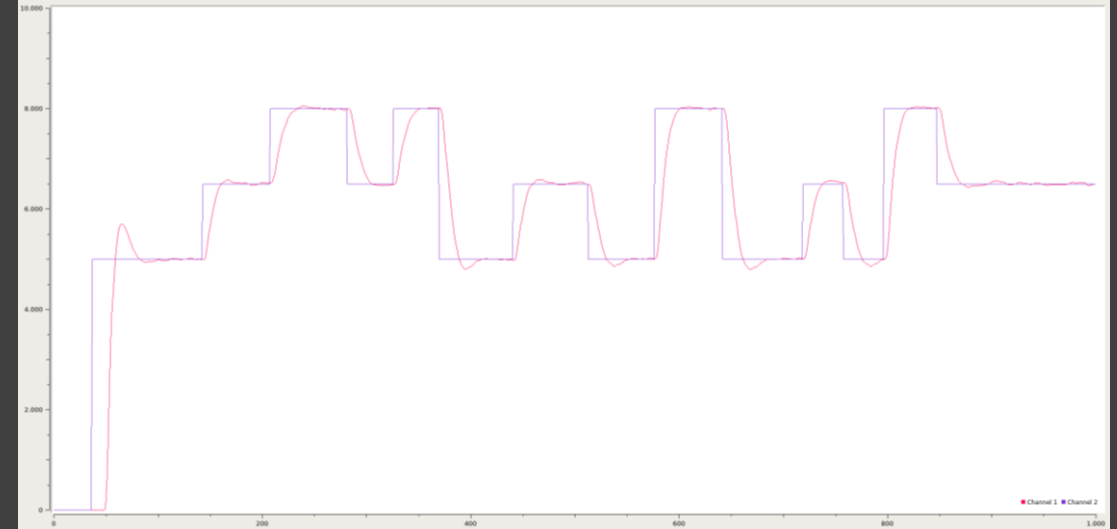
ŠTO AKO PROMIJENIMO VRIJEME UZORKOVANJA?

- Prvotno odabrano vrijeme uzorkovanja $T_{s_0} = 0.03s$

$$T_{s_1} = 0.01s$$

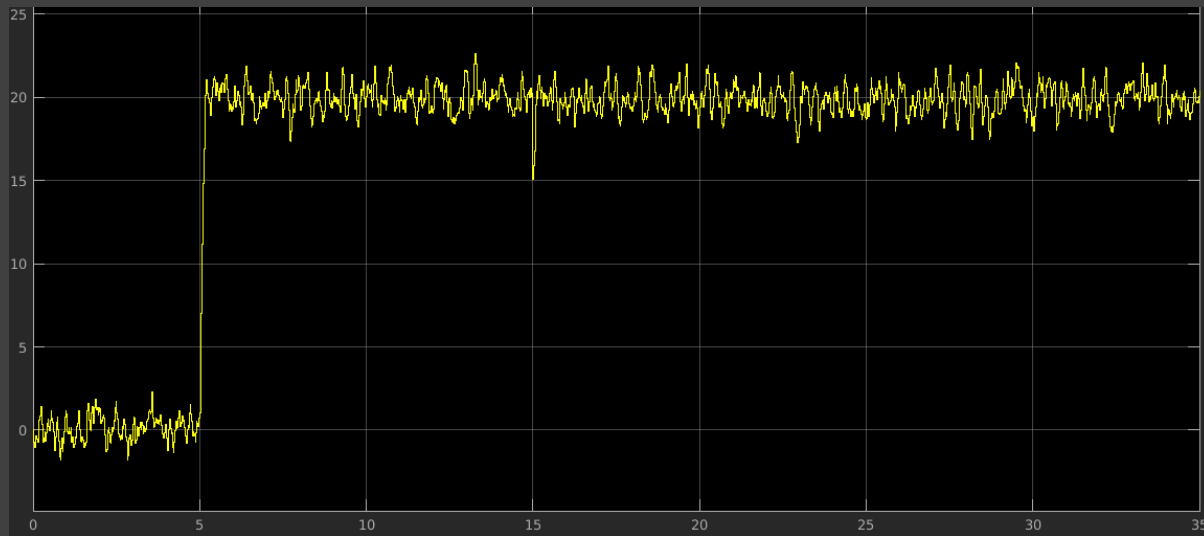


$$T_{s_2} = 0.05s$$



ŠTO AKO PROMIJENIMO VRIJEME UZORKOVANJA?

$$T_{s_1} = 0.01s$$



$$T_{s_2} = 0.05s$$

