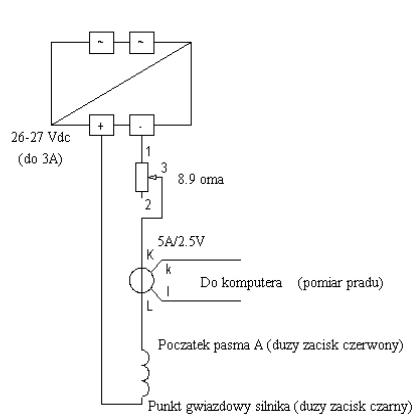
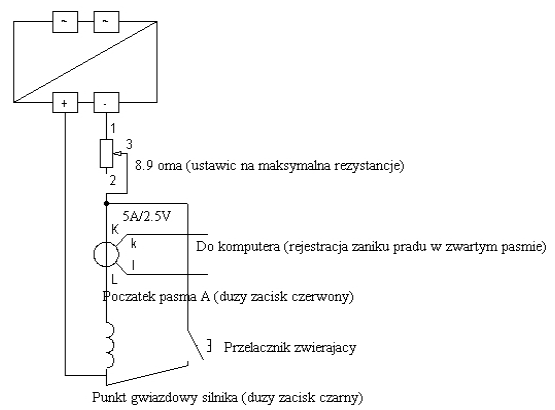




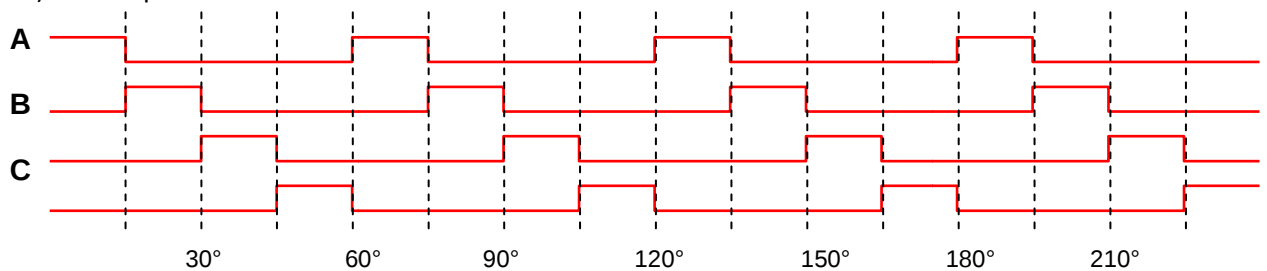
Schmat układu zasilania pasma przy pomiarze momentu statycznego



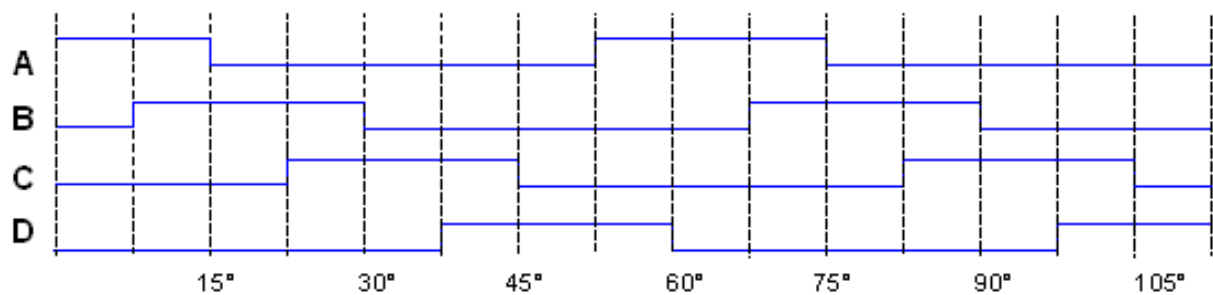
Schmat układu do rejestracji swobodnego zaniku prądu w pasmie

4. Idealne przebiegi sterujące.

a) Praca pełnokrokowa



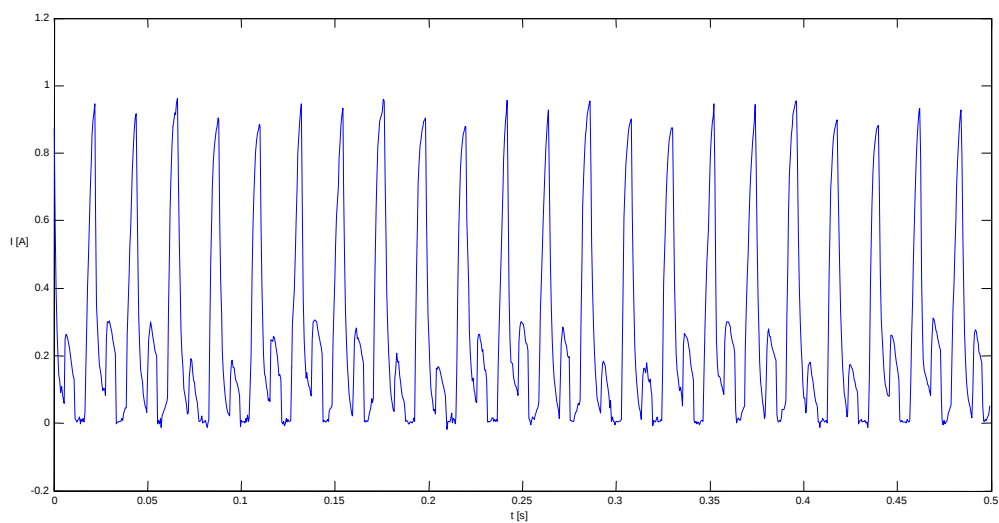
b) Praca półkrokowa



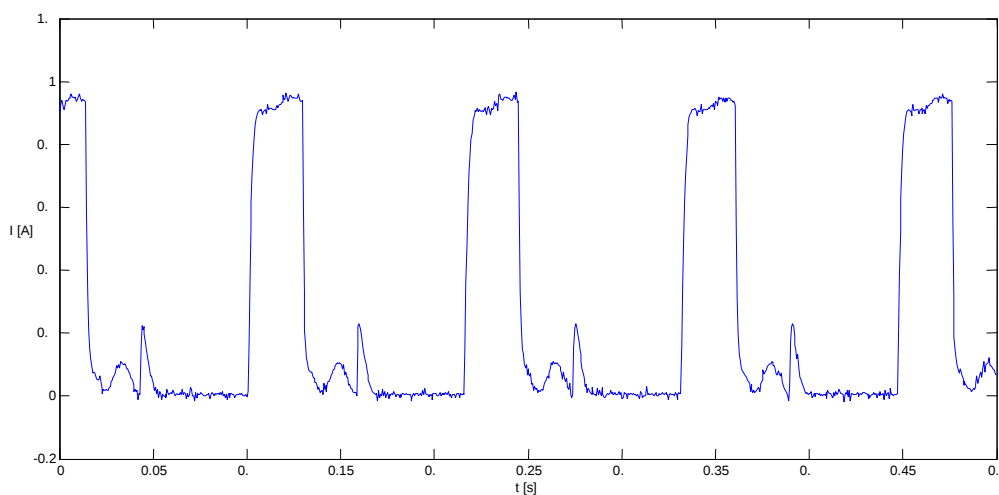
5. Przebiegi zarejestrowane w jednym z pasm podczas pracy.

a) Praca pełnokrokowa

- duża prędkość obrotowa

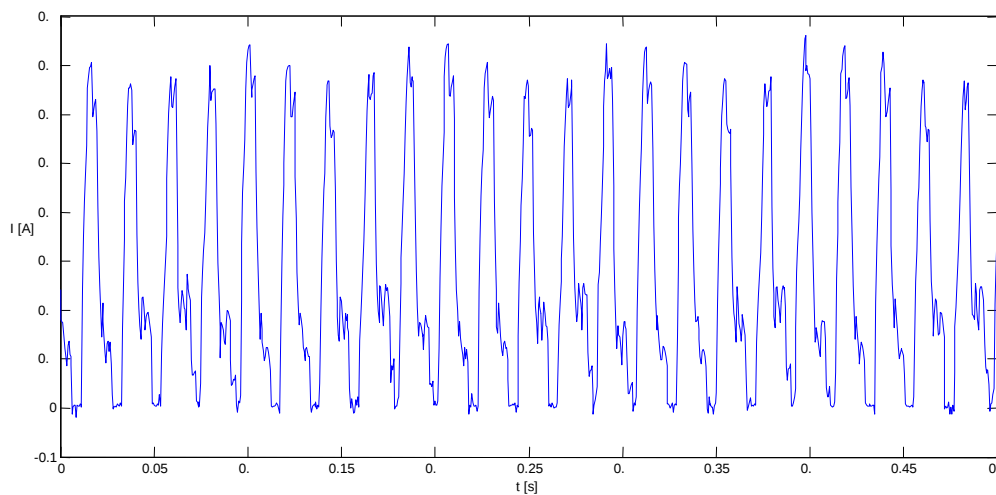


- mała prędkość obrotowa

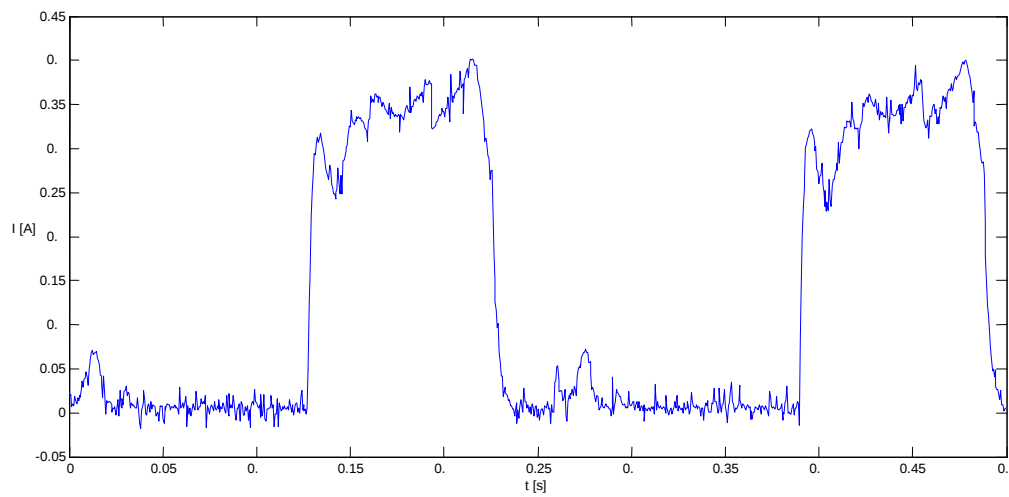


b) Praca półkrokowa

- duża prędkość obrotowa

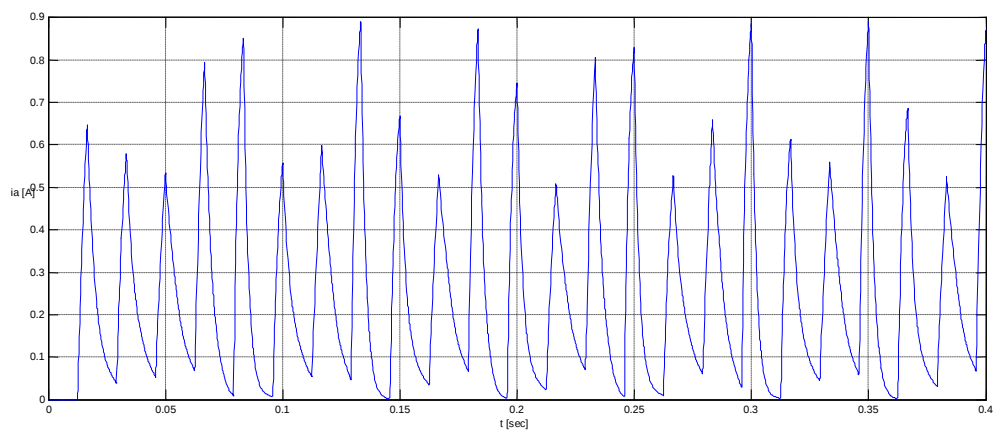


- mała prędkość obrotowa

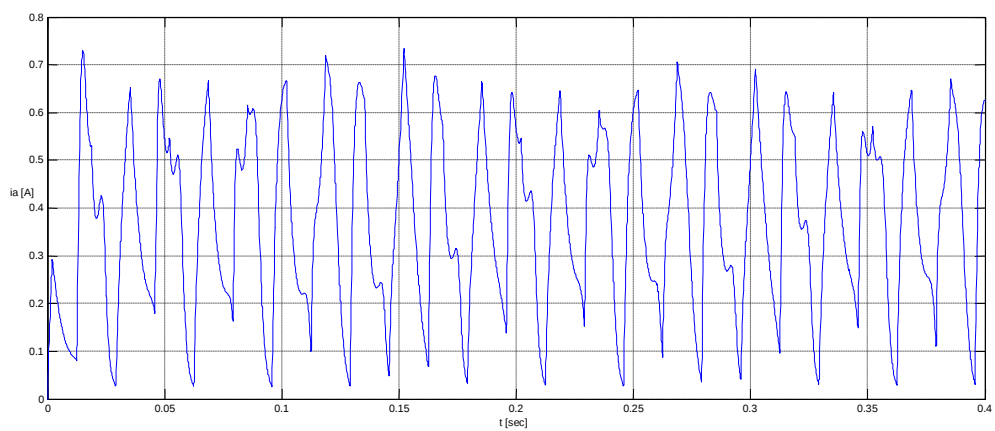


6. Przebiegi symulacyjne.

a) Praca pełnokrokowa



b) Praca półkrokowa



7. Maksymalne częstotliwości rozruchowe.

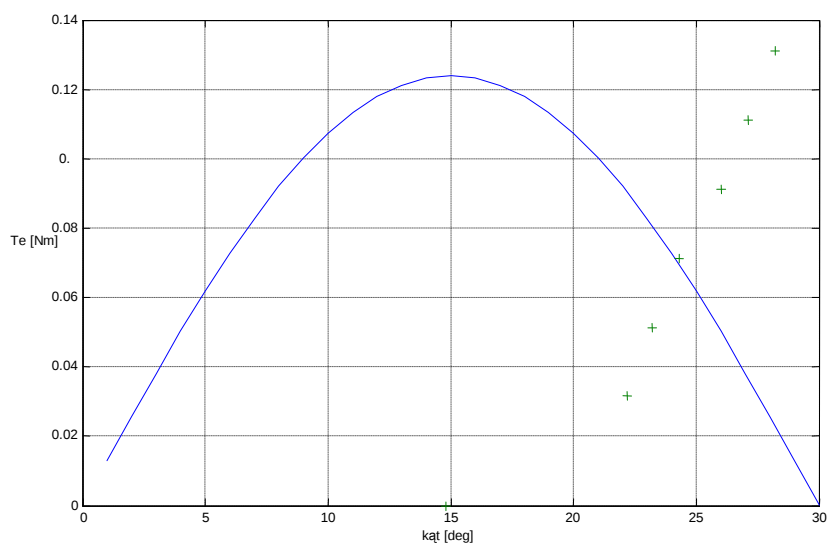
(wartości obliczone na podstawie okresy odczytanego z wykresów)

- a) Praca pełnokrokowa – 50Hz
- b) Praca półkrokowa – 51Hz

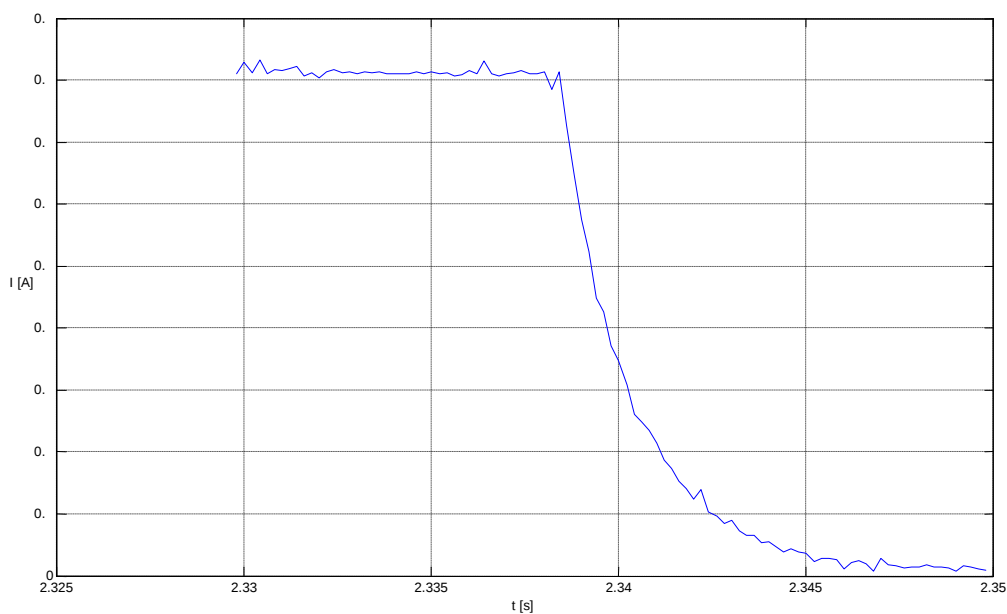
8. Charakterystyka momentu synchronizującego w funkcji kąta.

Podczas pomiaru zasilano jedno pasmo prądem o wartości 0.8 A.

Kąt [deg]	Te [Nm]
14,8	0,0166
22,2	0,0365
23,2	0,0564
24,3	0,0763
26,0	0,0962
27,1	0,1161
28,2	0,1360

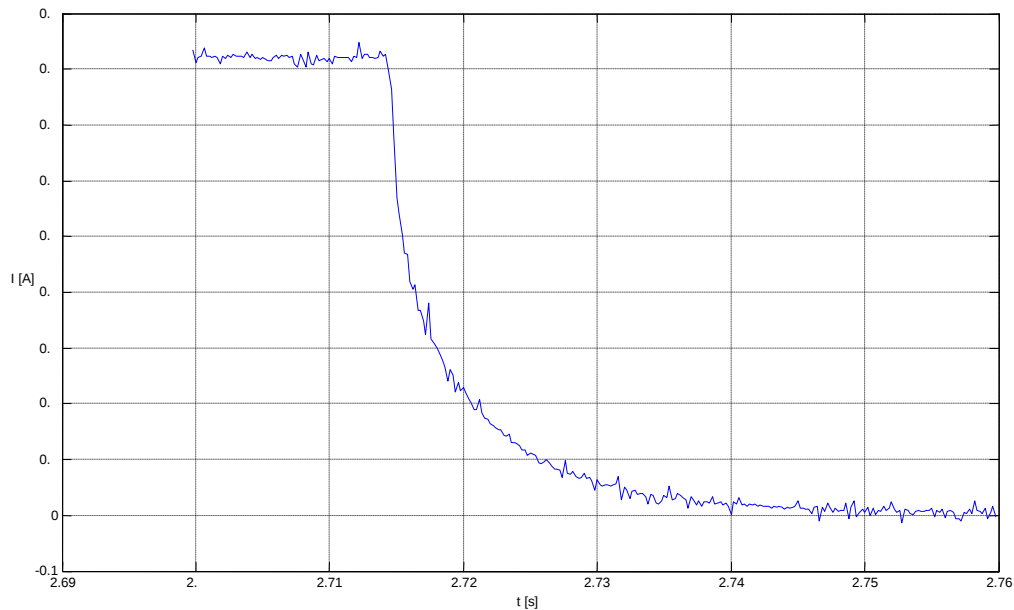


9. Swobodne zanikanie prądu w paśmie silnika.



$T = 2\text{ms}$

$L = 40\text{mH}$



$T = 6\text{ms}$ $L = 120\text{mH}$

Stała T jest równa czasowi po jakim wartość prądu spadnie o 63% wartości początkowej. Natomiast indukcyjność $L = R \cdot T$.

10. Rezystancja pasma.

Pasmo w stanie nagrzany: $U = 22\text{V}$, $I = 0,78\text{A}$ $\Rightarrow$ $R = 28,2\Omega$

Pasmo w stanie zimnym: $U = 20,5\text{V}$, $I = 0,86\text{A}$ $\Rightarrow$ $R = 23,8\Omega$

11. Równania opisujące model silnika.

```
%Równania silnika:
dLa=-L1*Zr*sin(Zr*fi);          %pochodna indukcyjności pasma A po kącie położenia wirnika
dLb=-L1*Zr*sin(Zr*(fi-1*2*pi/Zs)); %pochodna indukcyjności pasma B po kącie położenia wirnika
dLc=-L1*Zr*sin(Zr*(fi-2*2*pi/Zs)); %pochodna indukcyjności pasma C po kącie położenia wirnika
dLd=-L1*Zr*sin(Zr*(fi-3*2*pi/Zs)); %pochodna indukcyjności pasma D po kącie położenia wirnika
La=L0+L1*cos(Zr*fi);            %indukcyjność pasma A
Lb=L0+L1*cos(Zr*(fi-1*2*pi/Zs)); %indukcyjność pasma B
Lc=L0+L1*cos(Zr*(fi-2*2*pi/Zs)); %indukcyjność pasma C
Ld=L0+L1*cos(Zr*(fi-3*2*pi/Zs)); %indukcyjność pasma D

dX(1)=(Ua-R*ia-dLa*w*ia)/La;     %równanie napięciowe pasma A
dX(2)=(Ub-R*ib-dLb*w*ib)/Lb;     %równanie napięciowe pasma B
dX(3)=(Uc-R*ic-dLc*w*ic)/Lc;     %równanie napięciowe pasma C
dX(4)=(Ud-R*id-dLd*w*id)/Ld;     %równanie napięciowe pasma D
Te=0.5*(dLa*ia*ia+dLb*ib*ib+dLc*ic*ic+dLd*id*id); %moment elektromagnetyczny rozwijany przez silnik
dX(5)=(Te-D*w+Tz)/J;             %równanie momentów na wale silnika
dX(6)=w;                         %prędkość obrotowa wirnika

fi=fi*180/pi;                    %kąt położenia wirnika w stopniach [deg]
```

12. Podsumowanie i wnioski.

Silniki krokowe sterowane są impulsowo. Aby wymusić obrót rotora należy podawać odpowiednią sekwencję impulsów na wejścia zasilające silnika. Dzięki tak specyficznemu sposobowi sterowania silniki te mogą obracać się o niewielkie i precyzyjnie wyznaczone kąty. Dlatego też znajdują zastosowanie w sytuacjach gdy zależy nam na pozycjonowaniu. Często spotyka się je w ramionach robotów, ploterach, prostych frezarkach, kserach, drukarkach i wielu innych urządzeniach. Istnieje wiele algorytmów sterowania silnikami krokowymi. Zaczynając od najprostszych, czyli sterowanie pełnokrokowe, poprzez sterowanie półkrokowe, 1/8 kroku, 1/128, 1/256, 1/512. Dodatkowo stosuje się techniki, które pozwalają poprawić osiągi mechaniczne silników. Znanym sposobem na zwiększenie momentu przy dużych prędkościach obrotowych jest chopping, czyli zasilanie silnika napięciem dużo większym niż znamionowe, przebiegiem PWM o częstotliwości dużo większej niż częstotliwość impulsów które powodują ruch. Pozwala to osiągnąć znamionowe wartości prądu przy dużych prędkościach, nieosiągalne podczas tradycyjnego sterowania (ze względu na ograniczoną szybkość narastania prądu w uzwojeniach). Silniki krokowe nie mogą startować z dużą prędkością obrotową, należy je powoli rozpędzać, by nie gubiły kroków. Dobierając do danego zadania silniki z dużym zapasem momentu, często możemy zrezygnować ze sprzężenia zwrotnego w układach pozycjonujących. Bardzo ważnym aspektem na który należy zwrócić uwagę, jest grzanie się silnika w czasie postoju. Pozytywnym zjawiskiem jest to, że trzyma on wtedy wirnik nieruchomo, jednak gdy często silnik stoi w miejscu lub obraca się z bardzo małą prędkością, powinniśmy zadbać o układ, który będzie w takich sytuacjach obniżał prąd. Wiele firm produkuje gotowe układy sterowników do silników krokowych, często nawet z wbudowaną końcówką mocy. Nie są to układy drogie, a znakomicie sprawdzają się w sterowaniu tymi silnikami oraz pozwalają na optymalne wykorzystanie parametrów silnika.