

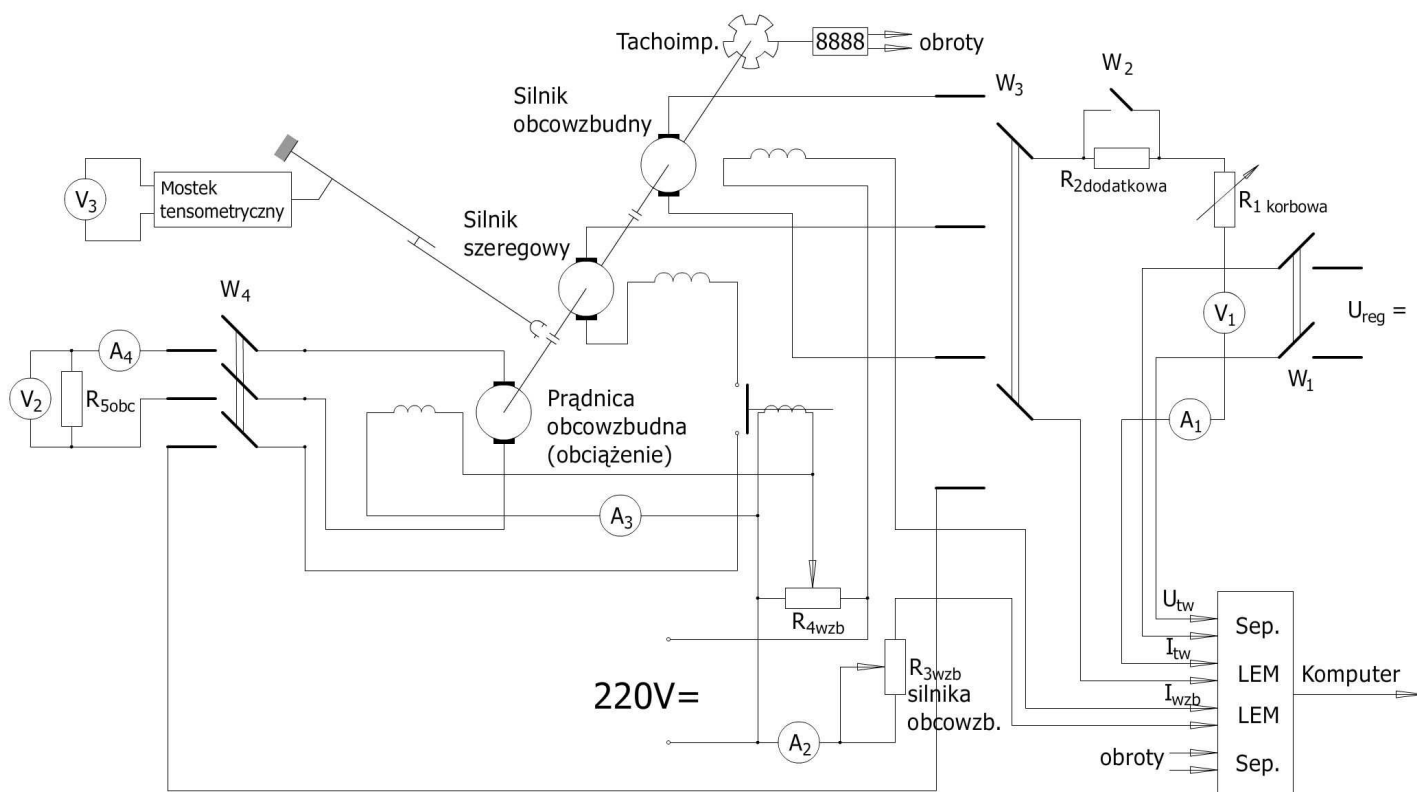
| Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie<br><b>Laboratorium z Elektrotechniki z Napędami Elektrycznymi</b> |                                                    |                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wydział: <b>EAIiE</b><br>kierunek: <b>AiR, rok II</b>                                                                           | Grupa laboratoryjna:<br><b>A</b><br>Czwartek 13:15 | <b>Paweł Górka</b><br><b>Krzysztof Wesołowski</b><br><b>Łukasz Bondyra</b><br><b>Jakub Tutro</b><br><b>Rafał Ponikwia</b> |
| Temat ćwiczenia:                                                                                                                | <b>P1 : Silniki komutatorowe prądu stałego.</b>    |                                                                                                                           |
| Data wykonania ćwiczenia:                                                                                                       | <b>19.03.2009</b>                                  |                                                                                                                           |

Celem wykonywanego przez nas ćwiczenia było zapoznanie się z budową, zasadą działania, własnościami oraz sposobami rozruchu silników komutatorowych prądu stałego

### 1. Dane znamionowe silników:

- Silnik obcowzbudny  
Moc: 5,5 [kW]  
Napięcie nominalne: 220 [V]  
Prąd nominalny: 28,8 [A]  
nominalna prędkość obrotowa: 1450 [obr/min]
- Silnik szeregowy  
Moc: 5,5 [kW]  
Napięcie nominalne: 220 [V]  
Prąd nominalny: 28,8 [A]  
nominalna prędkość obrotowa: 3000 [obr/min]

### 2. Schemat układu zasilania wraz z przekładnikami:



### 3. Charakterystyka mechaniczna silnika obcowzbudnego

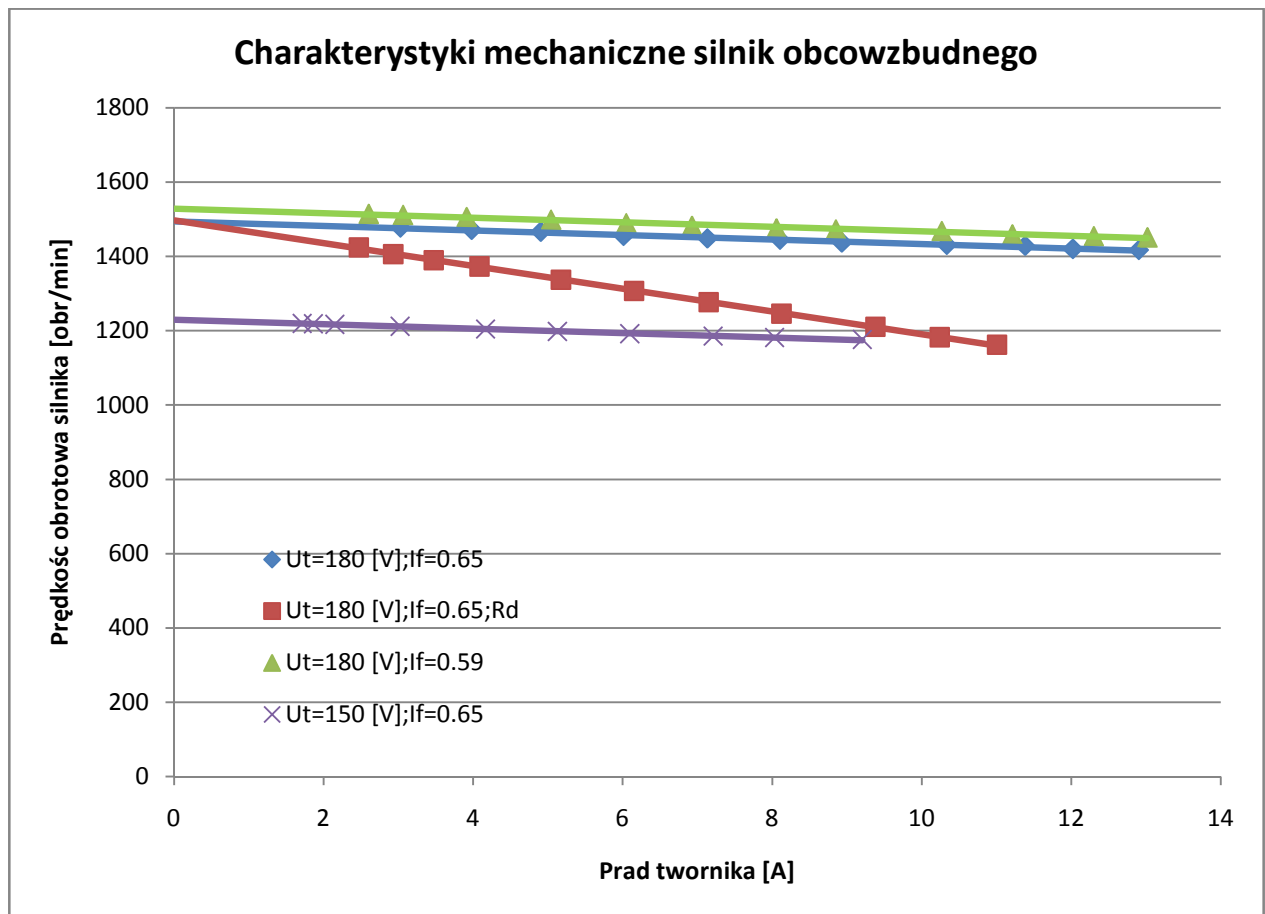
W celu wyznaczenia charakterystyk badanego silnika dokonaliśmy serii pomiarów zależności  $n=f(I_t)$ . Jest to więc zależność prędkości obrotowej (w obr/min) od prądu twornika.

|             |                |
|-------------|----------------|
| U twornika: | 180 [V]        |
| Rd:         | 0 [ $\Omega$ ] |
| I wzb.      | 0.65 [A]       |
| I t         | n [obr/min]    |
| 3,0         | 1477,9         |
| 4,0         | 1471,7         |
| 4,9         | 1466,6         |
| 6,0         | 1455,4         |
| 7,1         | 1448,7         |
| 8,1         | 1444,9         |
| 8,9         | 1437,6         |
| 10,3        | 1431,5         |
| 11,4        | 1428,8         |
| 12,0        | 1420,5         |
| 12,9        | 1417,5         |

|             |             |
|-------------|-------------|
| U twornika: | 180 [V]     |
| Rd:         | Rd          |
| I wzb.      | 0.65 [A]    |
| I t         | n [obr/min] |
| 2,5         | 1424,3      |
| 2,9         | 1406,6      |
| 3,5         | 1389,7      |
| 4,1         | 1373,1      |
| 5,2         | 1337,2      |
| 6,2         | 1307,0      |
| 7,2         | 1277,3      |
| 8,1         | 1245,8      |
| 9,4         | 1210,5      |
| 10,2        | 1182,7      |
| 11,0        | 1162,5      |

|             |                |
|-------------|----------------|
| U twornika: | 180 [V]        |
| Rd:         | 0 [ $\Omega$ ] |
| I wzb.      | 0.59 [A]       |
| I t         | n [obr/min]    |
| 2,6         | 1514,2         |
| 3,1         | 1511,4         |
| 3,9         | 1505,6         |
| 5,0         | 1498,9         |
| 6,0         | 1489,4         |
| 6,9         | 1482,0         |
| 8,1         | 1475,0         |
| 8,9         | 1472,7         |
| 10,3        | 1468,4         |
| 11,2        | 1459,1         |
| 12,3        | 1454,5         |
| 13,0        | 1451,5         |

|             |                |
|-------------|----------------|
| U twornika: | 150 [V]        |
| Rd:         | 0 [ $\Omega$ ] |
| I wzb.      | 0.59 [A]       |
| I t         | n [obr/min]    |
| 1,7         | 1219,7         |
| 1,9         | 1218,6         |
| 2,2         | 1217,0         |
| 3,0         | 1211,6         |
| 4,2         | 1204,5         |
| 5,1         | 1198,0         |
| 6,1         | 1191,9         |
| 7,2         | 1185,7         |
| 8,0         | 1181,6         |
| 9,2         | 1176,3         |



Na wykresie można znaleźć ilustracje wszystkich zależności płynących z wzoru:

$$n = c \frac{U - (R + R_w)I_{tw}}{\Phi}$$

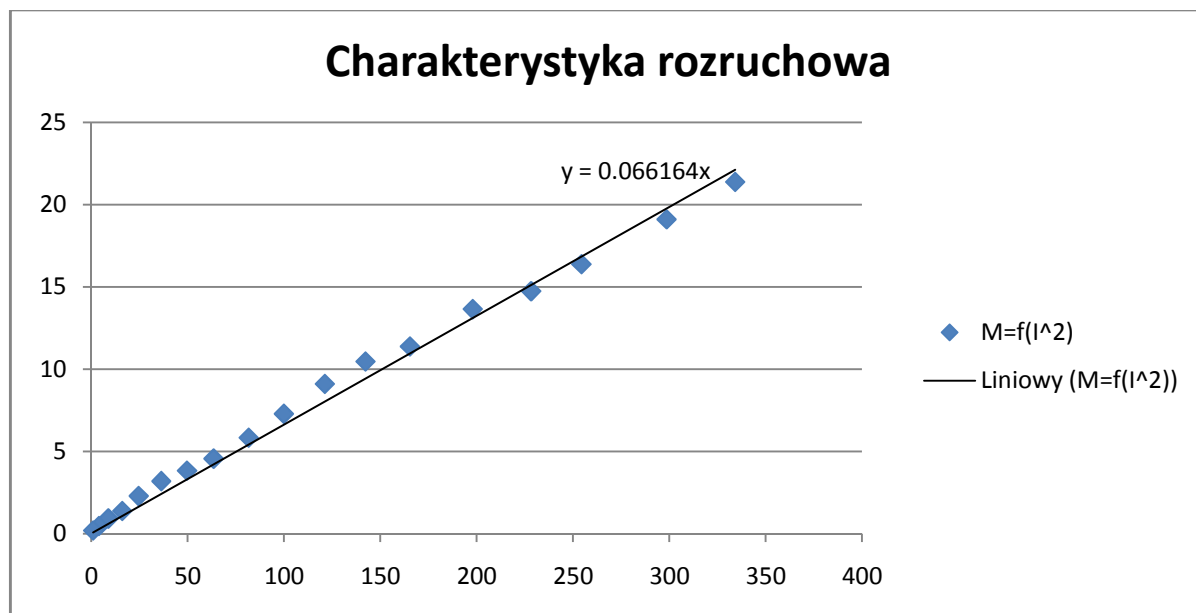
- (a) Zmniejszenie wartości napięcia przesuwa przecięcie z osią OY w dół – obniża prędkość obrotową (por. Wykres niebieski i fioletowy)
- (b) Wpięcie dodatkowej rezystancji w twornik (wirnik) zmniejsza współczynnik kierunkowy prostej -  $a = -c \frac{(R+R_w)I_{tw}}{\Phi}$  (por. wykresy czerwony i niebieski)
- (c) Zmniejszenie prądu wzbudzenia powoduje zmniejszenie strumienia  $\Phi$  i w konsekwencji zwiększenie prędkości obrotowej niezależnie od prądu – przeskalowanie wykresu (por. wykresy zielony i niebieski)

#### 4. Charakterystyka mechaniczna silnika szeregowego

Dla różnych napięć zasilających, oraz z wpiętą dodatkową rezystancją lub bez dokonaliśmy pomiarów właściwości mechanicznych silnika. W tym celu zmierzaliśmy zależności prędkości obrotowej od prądu oraz momentu obrotowego od prądu (char rozruchowa). Jako że charakterystyki te są różnowartościowe możemy dzięki nim wyznaczyć charakterystykę prędkościową w funkcji momentu obrotowego.

Pomiar charakterystyki rozruchowej:

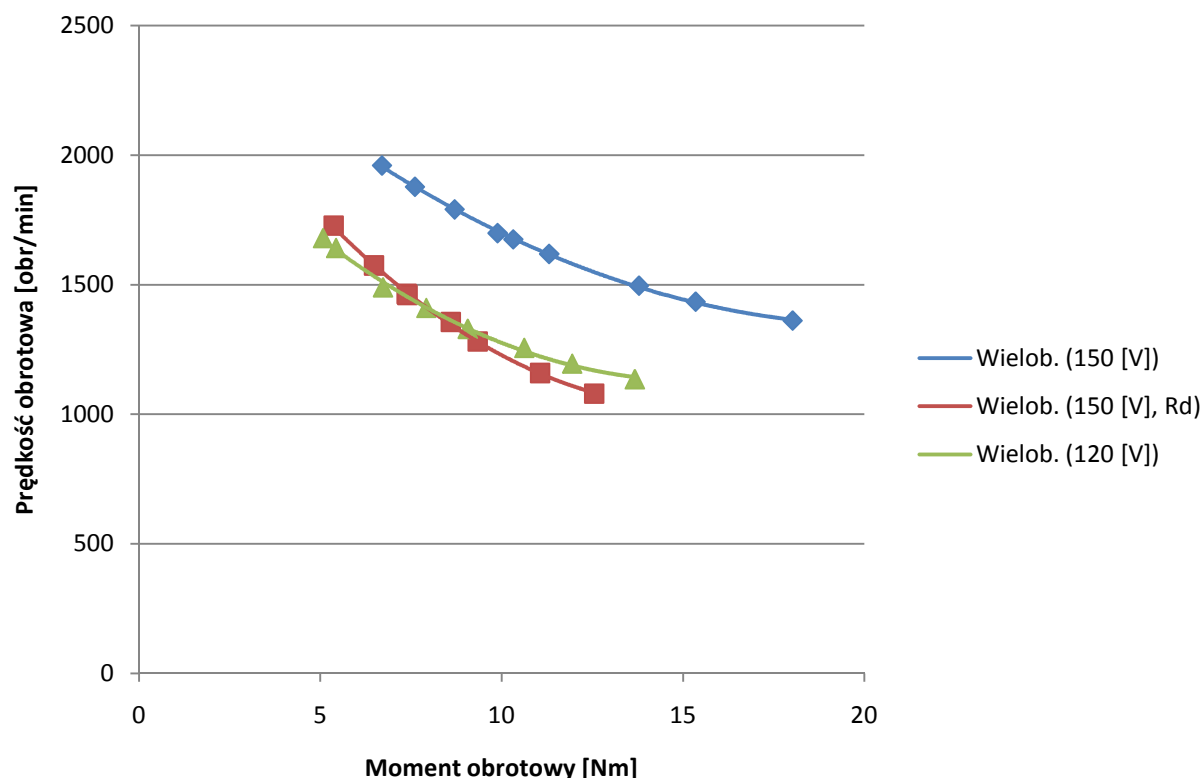
| I [A] | I <sup>2</sup> | U [V] | M [Nm]   |
|-------|----------------|-------|----------|
| 18,28 | 334,1584       | 1,175 | 21,36364 |
| 17,28 | 298,5984       | 1,05  | 19,09091 |
| 15,95 | 254,4025       | 0,9   | 16,36364 |
| 15,11 | 228,3121       | 0,81  | 14,72727 |
| 14,07 | 197,9649       | 0,75  | 13,63636 |
| 12,86 | 165,3796       | 0,625 | 11,36364 |
| 11,93 | 142,3249       | 0,575 | 10,45455 |
| 11,01 | 121,2201       | 0,5   | 9,090909 |
| 10    | 100            | 0,4   | 7,272727 |
| 9,04  | 81,7216        | 0,32  | 5,818182 |
| 7,97  | 63,5209        | 0,25  | 4,545455 |
| 7,05  | 49,7025        | 0,21  | 3,818182 |
| 6,03  | 36,3609        | 0,175 | 3,181818 |
| 4,96  | 24,6016        | 0,125 | 2,272727 |
| 4,01  | 16,0801        | 0,075 | 1,363636 |
| 2,98  | 8,8804         | 0,05  | 0,909091 |
| 2     | 4              | 0,025 | 0,454545 |
| 1     | 1              | 0,01  | 0,181818 |



Moment wyraża się więc funkcją  $M=0.066164 I^2$

Mogę teraz przeliczyć prąd z poprzednich pomiarów na moment obrotowy, co pozwoli wyznaczyć charakterystykę mechaniczną silnika szeregowego:

## Charakterystyka mechaniczna silnika szeregowego



Jak widać na powyższych wykresach obniżenie wartości napięcia zasilającego przesunęło całą charakterystykę w dół, natomiast wpięcie dodatkowej rezystancji zmniejszyła wartość strumienia czyniąc ją bardziej stromą.

### 5. Wnioski

W rzeczywistym życiu często spotkać możemy problem identyfikacji silnika, często też potrzebujemy informacji spoza tabliczki znamionowej. Poznane przez nas metody pomiaru pozwalają wyznaczyć charakterystyki mechaniczne, oraz inne często potrzebne w trakcie wykorzystywania silników elektrycznych. Tak szczegółowa identyfikacja okazuje się niezbędna gdy musimy takim silnikiem precyzyjnie sterować, szczególnie na potrzeby układów precyzyjnych, serwomechanizmów, układów niestabilnych itp.

W trakcie ćwiczenia poznaliśmy sposoby przeprowadzania pomiarów oraz wyznaczania charakterystyk mechanicznych. Wyznaczyliśmy zarówno charakterystykę silnika obcowzbudnego (co było prostsze gdyż charakterystyka prędkości od prądu jest wystarczająco dobra) jak i silnika szeregowego, gdzie brakującą zależność momentu obrotowego od prądu przybliżyliśmy charakterystyką rozruchową.