

## Снимање карактеристика једносмерног мотора и одређивање његовог степена искоришћења

### Увод

Циљ ове лабораторијске вежбе је да се студенти упознају са начином анализе једносмерне машине у режиму рада мотора, као и његово оптимизовање за максимални степен искоришћења.

Како би се извршила анализа мотора једносмерне струје, вежба је подељена у три целине и то на:

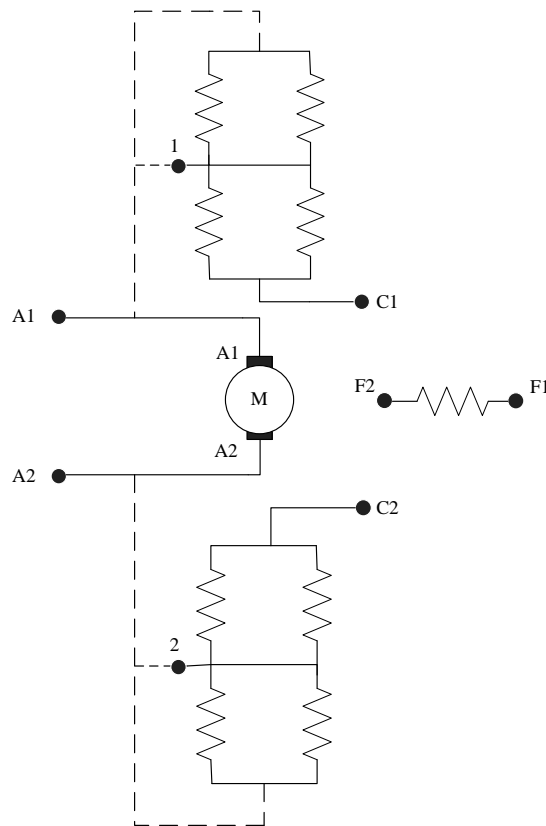
1. Баждарење тахогенератора
2. Снимање фамилије механичких карактеристика једносмерног мотора при:
  - а. промени напона напајања једносмерног мотора ( $\Phi = \text{const.}$ )
  - б. промени магнетнопобудне силе једносмерног мотора ( $U = \text{const.}$ )
  - с. промени отпорности у колу индукта једносмерног мотора ( $\Phi = \text{const.}$   $U = \text{const.}$ )
3. Обрада података и израчунавање степена искоришћења.

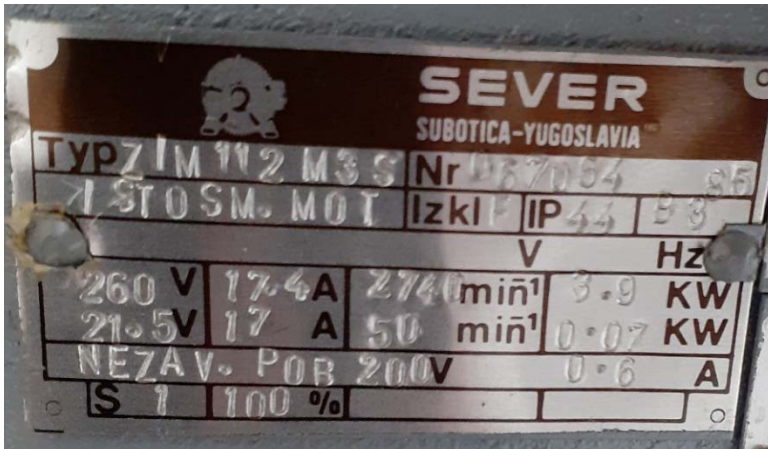
### Теоријски део

Коришћен је ремонтирани мотор једносмерне струје са напонским разделником унутар конструкције и надограђеним тахогенератором који је постављен на вратилу мотора.

Електрична шема ремонтираног мотора једносмерне струје се налази десно, док називне таблице овог мотора су приказане на наредној страни.

Приликом повезивања мотора са независном побудом, потребно је због напонског разделника крајеве „А1“ и „С1“, као и крајеве „А2“ и „С2“ кратко спојити на прикључној табли.





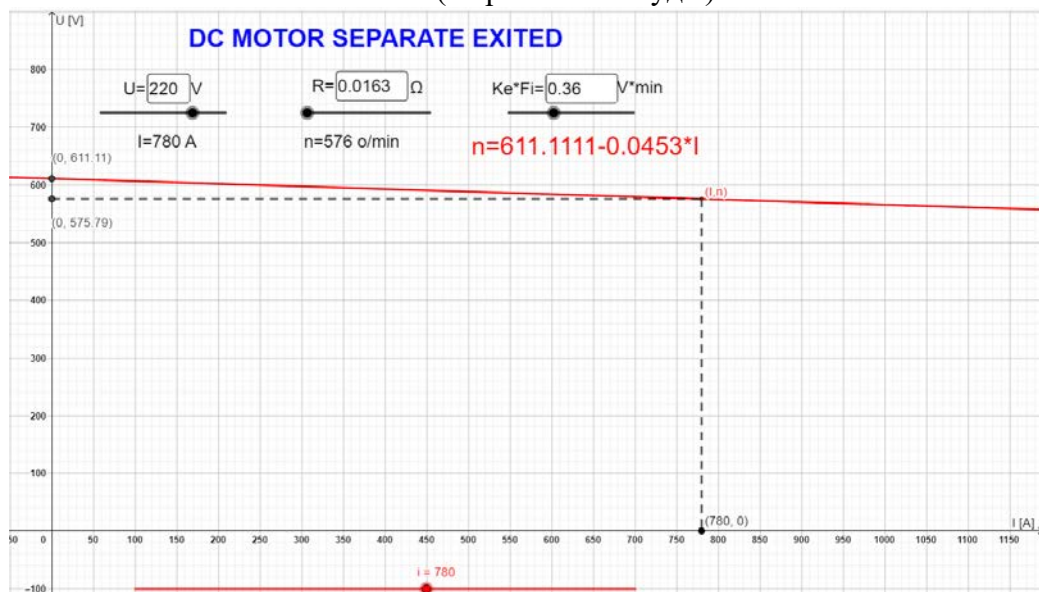
Бажарење тахогенератора се врши преко прецизног волтметра и дигиталног мерача брзине, тако што за различите брзине обртања вратила уносе се очитани напон тахогенератора и очитана брзина дигиталног мерача у „excel“ документу, где се употребом опције „Trendline“ конструише линеарна функција  $n=f(U)$  тахогенератора. Која се користи за одређивање брзине обртања у току снимања фамилија механичких карактеристике.

$$n = U_{TG} \cdot C_{TG};$$

Механичка карактеристика приказује зависност брзине обртања мотора од електромагнетног момента. То је основна карактеристика мотора потребна за анализу рада погона.

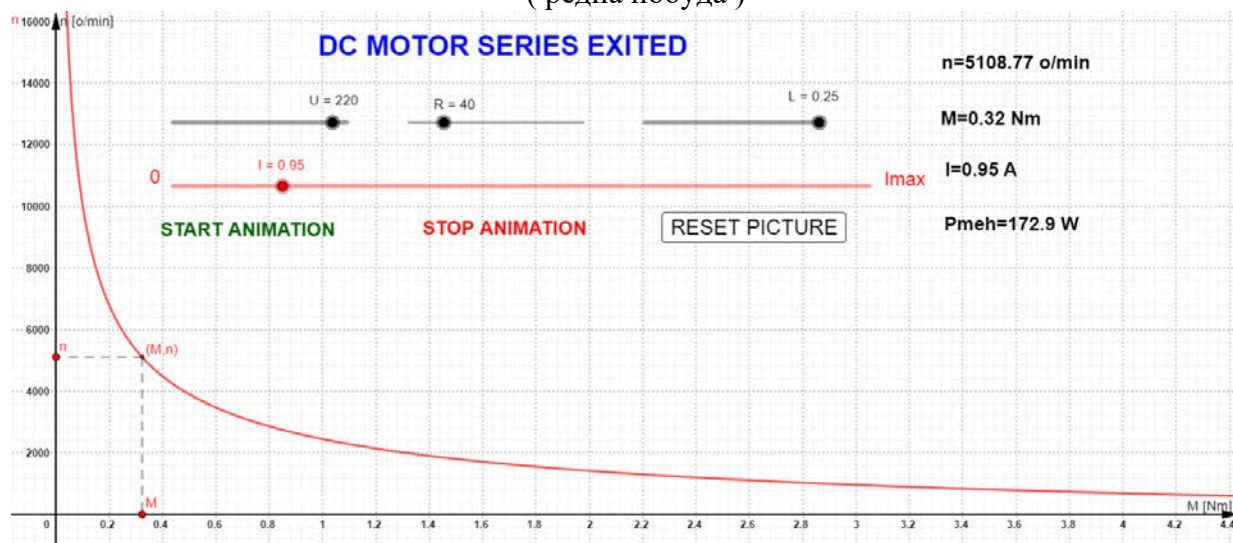
Механичка карактеристика мотора једносмерне струје, може бити:

- ❖ Крута карактеристика ( паралелна побуда )



Механичка карактеристика једносмерног мотора са паралелном побудом

❖ Мека карактеристика  
(редна побуда)



Механичка карактеристика једносмерног мотора са редном побудом

Такође механичка карактеристика се може приказати и у функцији брзине обртања од струје индукта:

$$\left. \begin{aligned} U &= R_a I_a + E \\ E &= C\Phi n \end{aligned} \right\} \Rightarrow U = R_a I_a + C\Phi n;$$

$$C\Phi n = U - R_a I_a;$$

$$n = \frac{U_a}{C\Phi} - \frac{R_a}{C\Phi} I_a;$$

Из последње зависности закључује се да променом напона, отпорности или струје индукта, може се променити облик механичке карактеристике мотора једносмерне струје.

Степен искоришћења представља однос енергије која се у машину улаже, према корисном раду који машина врши, то је последица губитака енергије која се јавља код једносмерне машине, а то су:

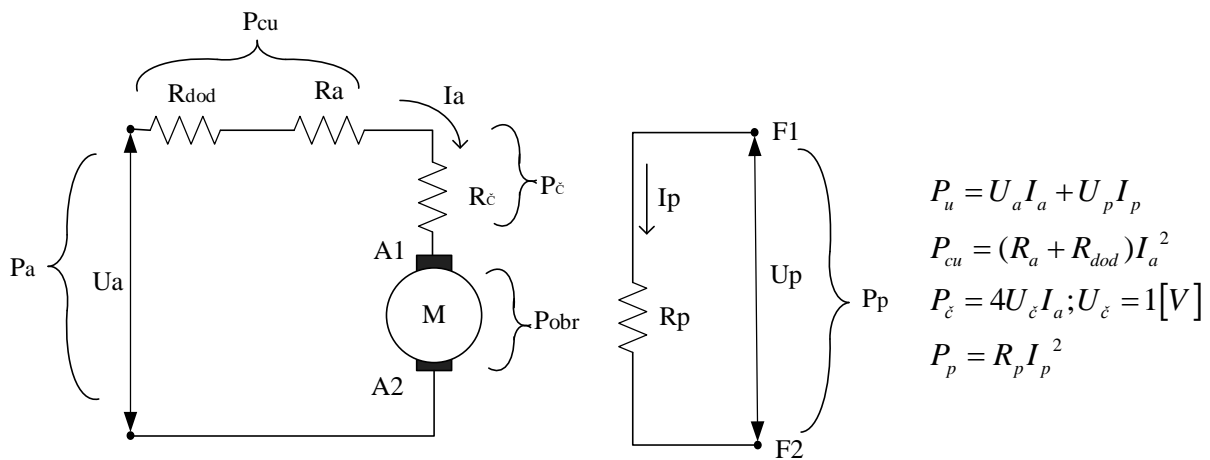
- Цулови губици у бакарним проводницима.
- Губици усред комутације
- Губици усред обртања индукта
- Разни механички губици

\*Напомена: Степен искоришћења је највећи када су губици који зависе од квадрата струје оптерећења једнаки губицима који независе од оптерећења.

За израчунавање степена искоришћења машине примењује се индиректна метода, која подразумева испитивање степена искоришћења, мерењем укупне утрошене снаге на улазу мотора или мерењем укупне утрошене механичке снаге на вратилу машине. Одузимањем појединачних губитака на основу еквивалентне шеме машине долази се до корисне снаге, а самим тим и до степена искоришћења.

Где је прорачун степена искоришћења преко укупне уторшене снаге на улазу мотора прецизније мерење, јер по својој природи су тачнија и прецизнија мерења електричних величина него механичких величина.

На слици испод се налази биланс енергије једносмерне машине, која ради у режиму рада мотора:



$$P_u = U_a I_a + U_p I_p$$

$$P_{cu} = (R_a + R_{dod}) I_a^2$$

$$P_c = 4U_c I_a; U_c = 1[V]$$

$$P_p = R_p I_p^2$$

Преко биланса енергије може се видети да је корисна снага машине једнака разлици улазне снаге и свих губитака снаге:

$$P_k = P_u - P_{cu} - P_c - P_{obr} - P_p;$$

Док степен искоришћења је:

$$\eta = \frac{P_k}{P_u} = \frac{P_u - P_{cu} - P_c - P_{obr} - P_p}{P_u};$$

$$\eta = 1 - \frac{P_{cu} + P_c + P_{obr} + P_p}{P_u};$$

## Лабораторијска вежба

### Задатак вежбе:

Употребом електромагнетне кочнице се симулишу различита оптерећења мотора једносмерне струје, како би се очитале електричне величине за различите вредности момента машине, чиме се може креирати механичка карактеристика једносмерне машине за:

- ❖ Напон индукта:  $U_a=100V$ ,  $U_a=80V$  и  $U_a=60V$ ;  $I_p=const.$  ;  $R_a=const.$
- ❖ Струју индуктора:  $I_p=0.6A$ ,  $I_p=0.5A$  и  $I_p=0.4A$ ;  $U_a=const.$  ;  $R_a=const.$
- ❖ Отпорност индукта:  $R_{dod}=0\Omega$ ,  $R_{dod}=15\Omega$  и  $R_{dod}=27\Omega$ ;  $U_a=const.$  ;  $I_p =const.$

Затим одредити степен искоришћења применом индиректне методе за све снимљене карактеристике.

### Примењена метода и опис вежбе:

Примењена је аналогна метода снимљања механичке карактеристике, у којој се шема повезује са аналогним или дигиталним инструментима, а вредности се визуалним путем очитавају са скале ( екрана ) инструмента.

За бележење мерених вредности тј. тачака механичке карактеристике користи се „excel“ документ који се налази у прилогу вежбе.

### Спецификација опреме и прибора за вежбу:

Универзални:

Модел: Agilent U1232A

Напон: 600 V AC/DC



Регулациони трофазни трансформатор:

Произвођач: Искра Крањ 1984

Опсег: 0-500V AC

Назначена струја: 10A



AC/DC претварач:

Опсег: 0-500V AC

Назначена струја: 10A



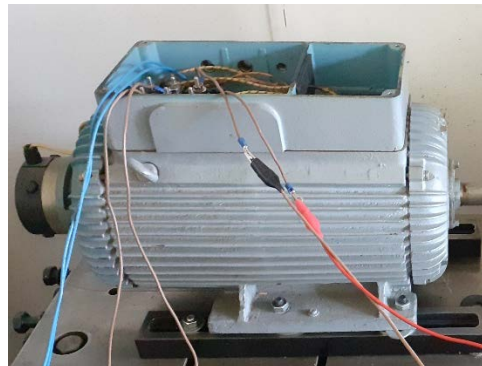
Једносмерна машине:

Напон индукта: 260 V

Струја индукта: 17 A

Струја побуде: 0,6 A

Брзина обртања: 2740 obr/min

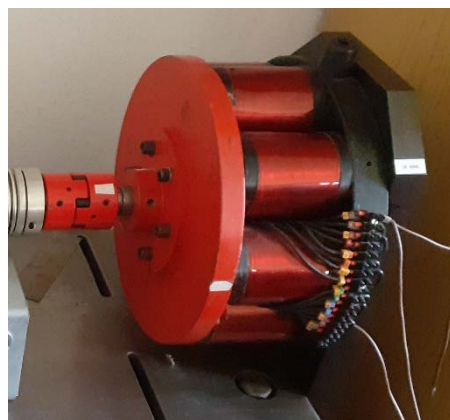


Електромагнетна кочница са постољем:

Произвођач: ФТН Чачак 2013

Брзина: 0 – 3000 o/min

Момент кочења: 0 – 80Nm



Дигитални мерач брзине:

Модел: DT-6236B

Мерни опсег брзине: 0.05-999 o/min

Тачност :  $\pm 0.05\%$

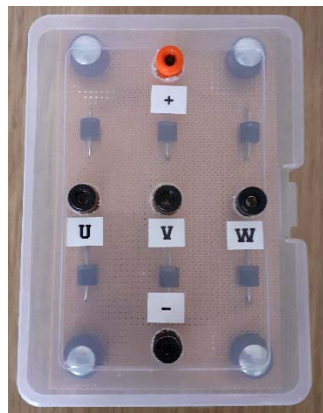
Произвођач: „Tondaj“ 2013



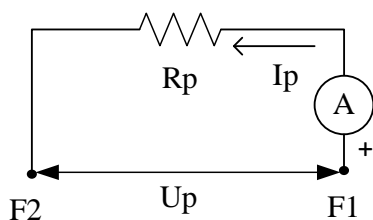
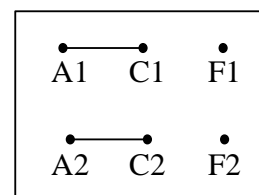
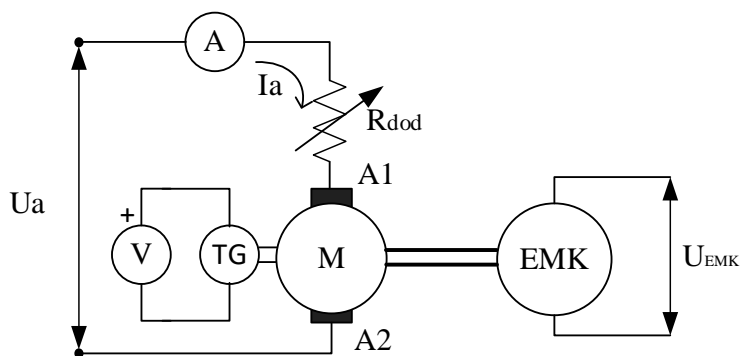
AC/DC претварач:

Опсег: 0-500V AC

Произвођач: ФТН Чачак 2021



### Електрична шема

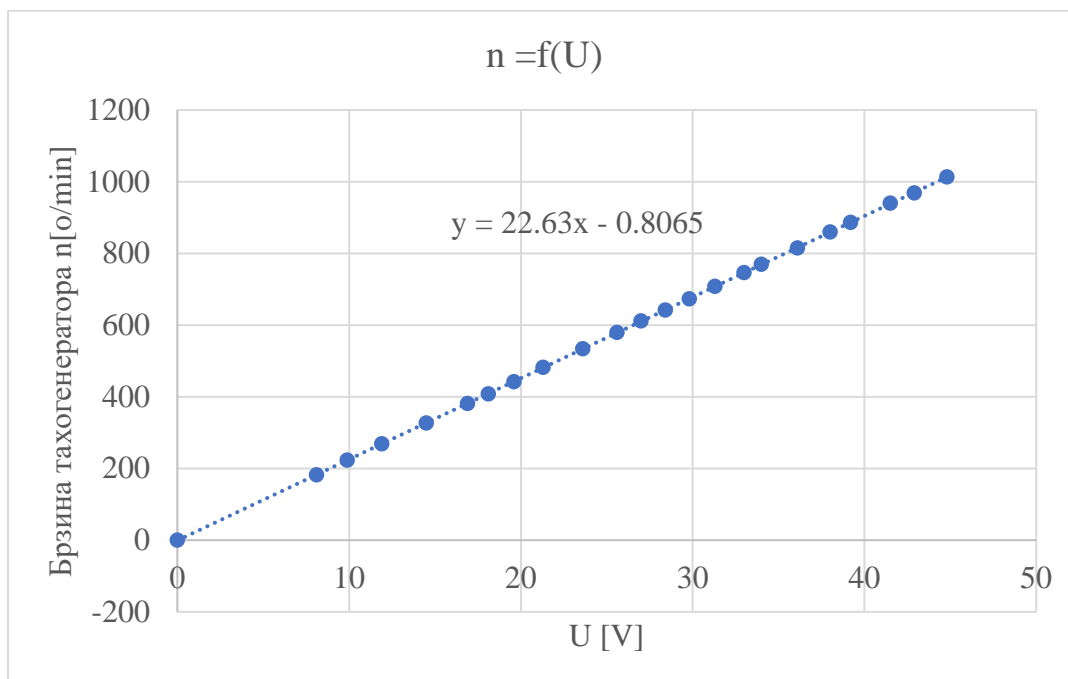


### Поступак извођења вежбе

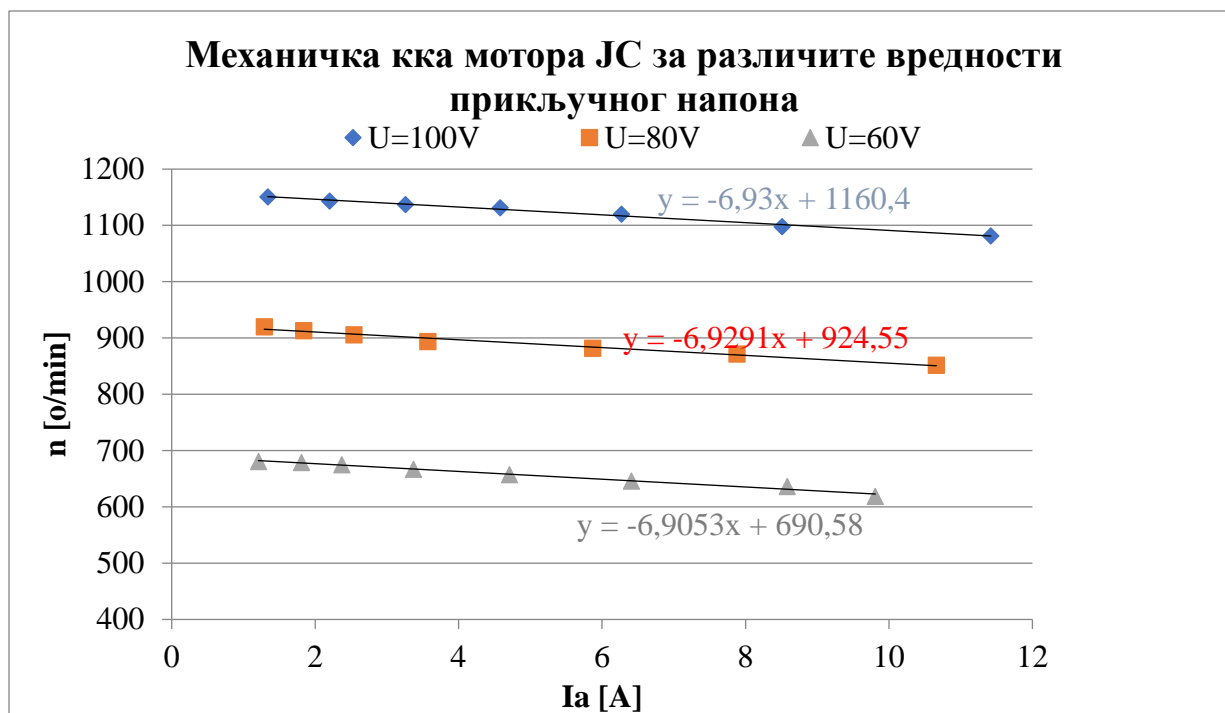
- 1) Повезати електрично коло према датој шеми
- 2) Креирати или преузети „excel“ документ
- 3) Подесити једносмерно напајање индукта и побуде
- 4) Мултиметром проверити мерене величине
- 5) Електромагнетном кочицом симулисати различита оптерећења и то за:
  - a. Мерење различитих вредности напона индукта „ $U_a$ “
  - b. Мерење различитих вредности струје индуктора тј. побуде „ $I_p$ “
  - c. Мерење различитих вредности отпорности отпорника „ $R_{dod}$ “
- 6) На основу резултата мерења креирати табеле у „excel“ програму.

### Резултати мерења

Баждарењем тахогенератора се добија функција  $n = f(U_{TG})$ , на основу које се може одредити брзина обртања мотора у току извршавања вежбе.

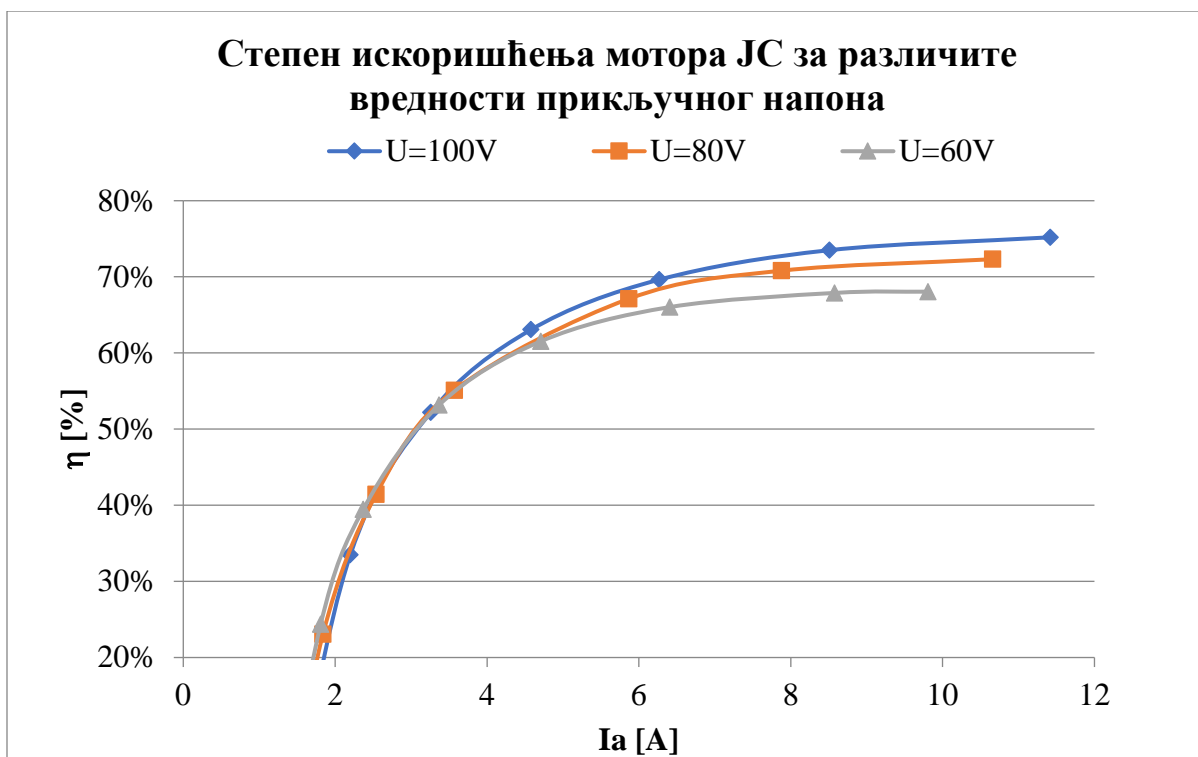


Механичка карактеристика за различите вредности напона индукта:

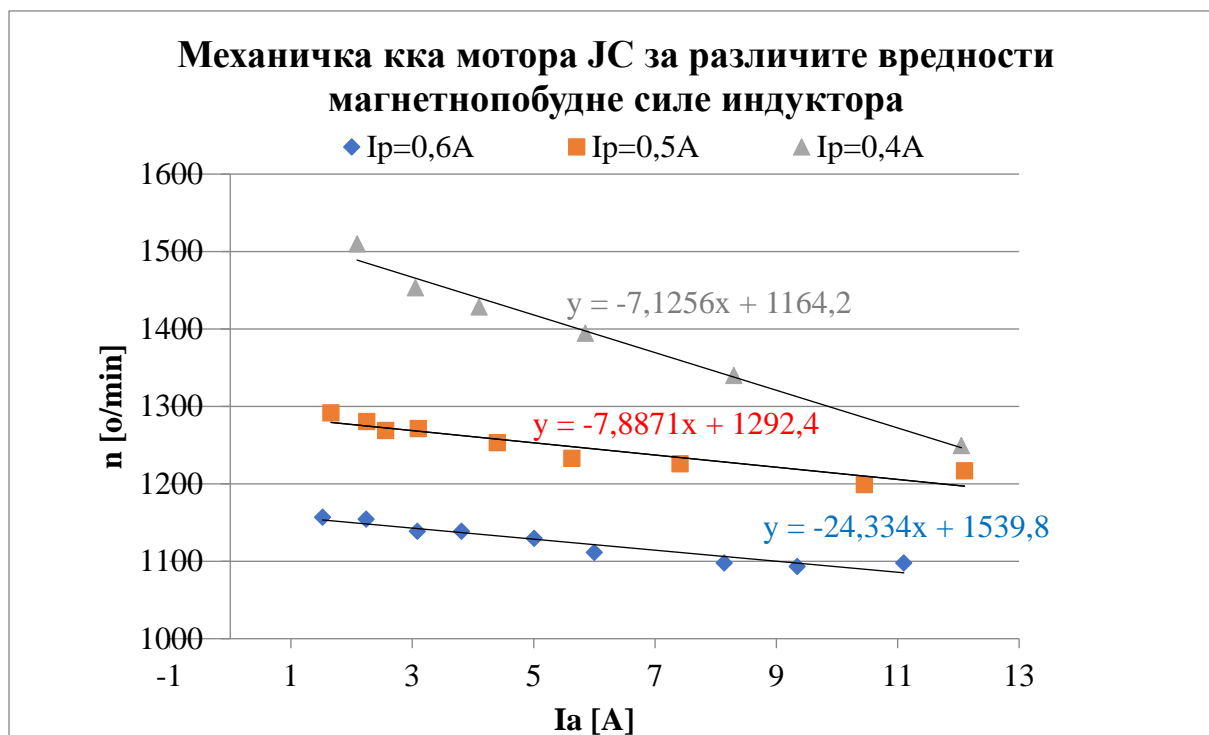




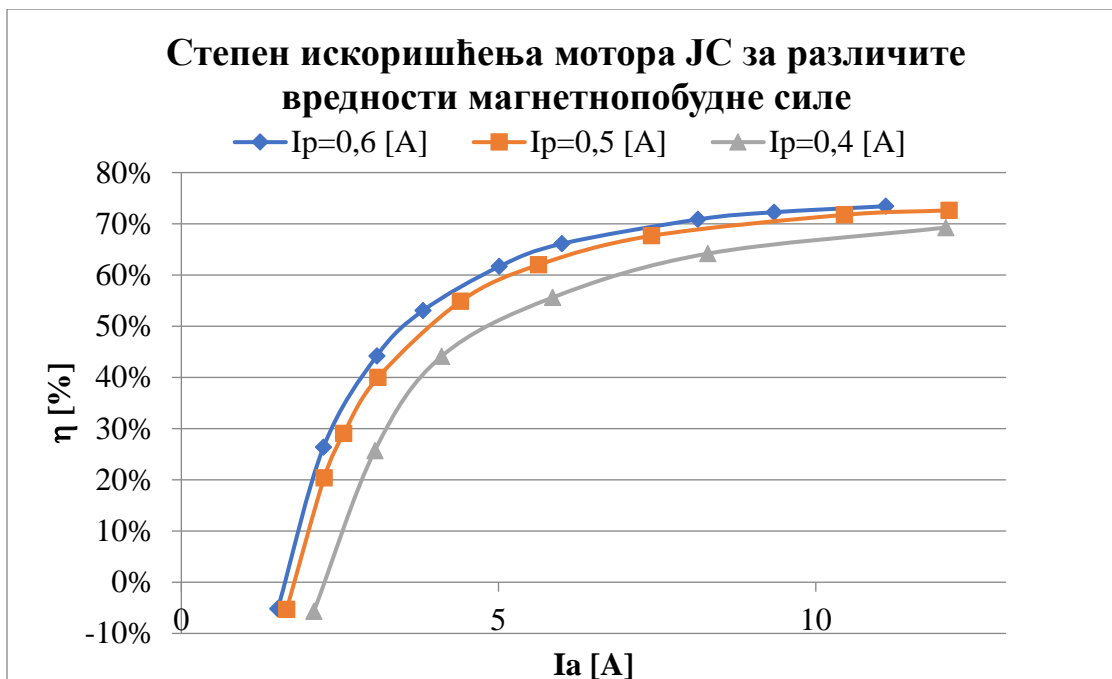
Степен искоришћења за различите вредности напона индукта:



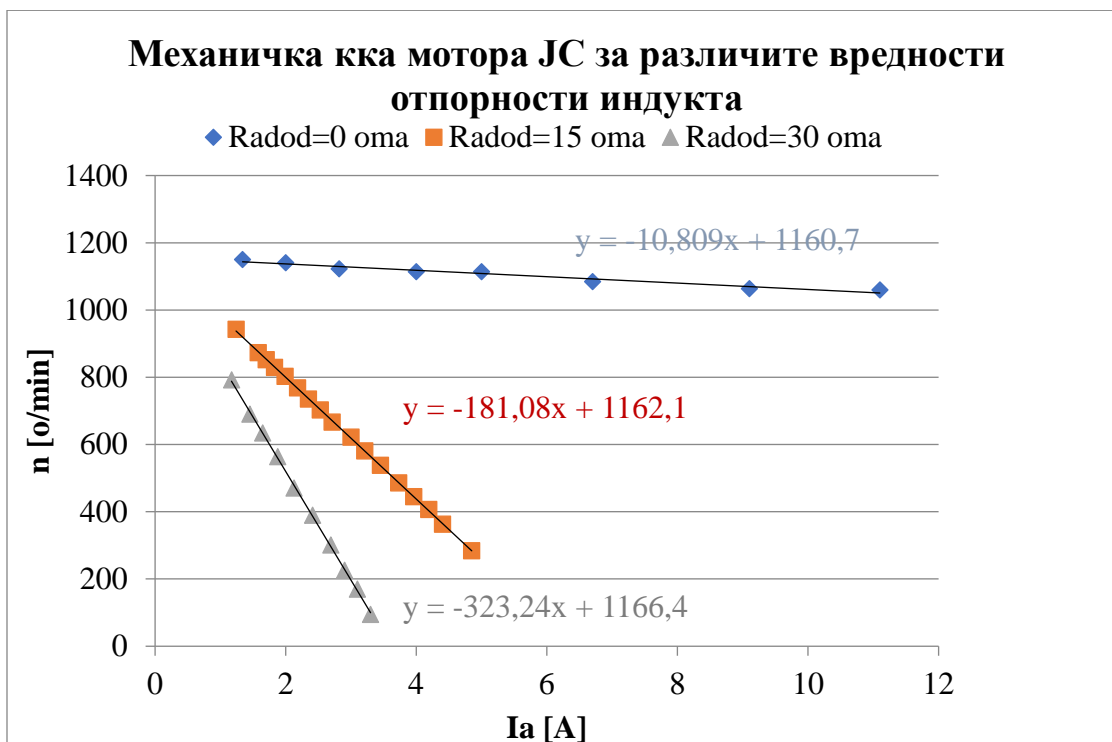
Механичка карактеристика за различите вредности магнетнобудне силе индуктора:



Степен искоришћења за различите вредности магнетнобудне силе индуктора:



Механичка карактеристика за различите вредности отпорности индукта:



Степен искоришћења за различите вредности отпорности индукта:

