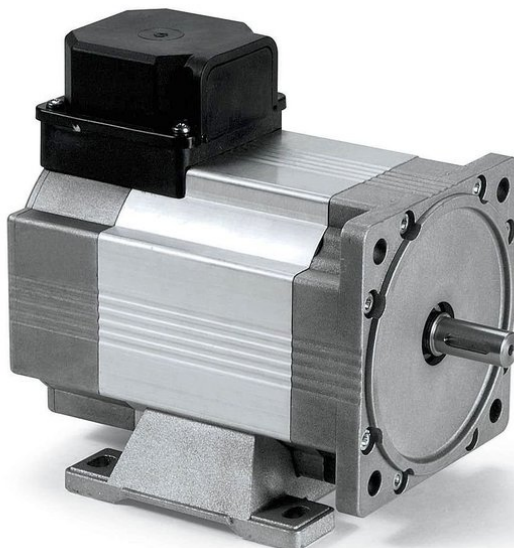


# 1. УПОЗНАВАЊЕ СА ДЕЛОВИМА МАШИНА ЗА ЈЕДНОСМЕРНУ СТРУЈУ

## ТЕОРИЈСКИ ДЕО

Машине једносмерне струје (једносмерне машине) су због својих веома добрих функционалних карактеристика некада представљале често решење у електричним постројењима и погонима. Због веће цене, сложенијег и скупљег одржавања, мање поузданости и краћег века трајања, данас се мотор једносмерне струје све више потискује од стране јефтинијих, једноставних и робустних електричних мотора за наизменичну струју управљаних микропроцесорима и напајаних енергетском електроником.

Генератори једносмерне струје су практично потиснути полупроводничким исправљачима. Међутим, генератор једносмерне струје са независном побудом, због својих веома добрих карактеристика се често користи као кочница у лабораторијама за испитивање електричних машина.



Слика 1: Мотор једносмерне струје

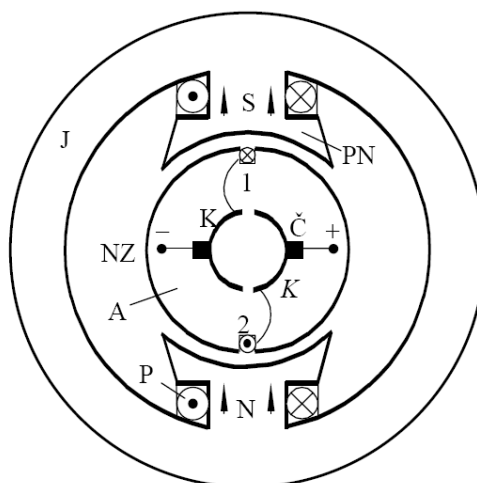
## Основни делови

Основни елементи машине су мирујући део (статор) и обртни део (ротор). Између мирујућег и обртног дела налази се међугвожђе (ваздушни процеп, зазор). Статор је начињен од јарма у облику шупљег ваљка од масивног гвожђа, на чијој су унутрашњој периферији причвршћена  $2n$  истакнута пола сложених од феромагнетских лимова. На половима статора је смештен концентрисан побудни намотај (индуктор), повезан између полова на одређени начин и изведен на два прикључна краја. Ротор је цилиндричног облика и састављен од танких феромагнетских лимова и равномерно је ожљебљен по свом обиму. Паке лимова ротора чврсто је спојен са вратилом машине. Намотај на ротору (индукт, арматура) је расподељен, смештен у жлебовима и затворен сам са собом.

Комутатор (колектор) је састављен од бакарних сегмената (кришки) који су изоловани међусобно и у односу на масу. Постављен је са једне стране ротора и обрће се заједно са њим. На површину комутатора налаже извесан број *дирки* (четкица), које су смештене на симетрали међу половима, у "*неутралној зони*" и непомичне (механички учвршћене за статор), спојене на два прикључна краја на статору. Сегменти комутатора су у електричној вези са намотајем индукта, сваки сегмент индукта спојен је са истим толиким бројем тачака намотаја индукта.



Слика 2: Делови мотора једносмерне струје



Слика 3: Шематски пресек поједностављене двополне машине једносмерне струје

Ознаке са претходне слике су:

J - јарам

S,N - главни полови

P - побудни намотај

PN - полни наставци

A - индукт

K - комутатор (колектор),

Ѓ - четкице,

NZ - неутрална зона (оса),

1,2 - поједностављени намотај ротора

## Принцип рада

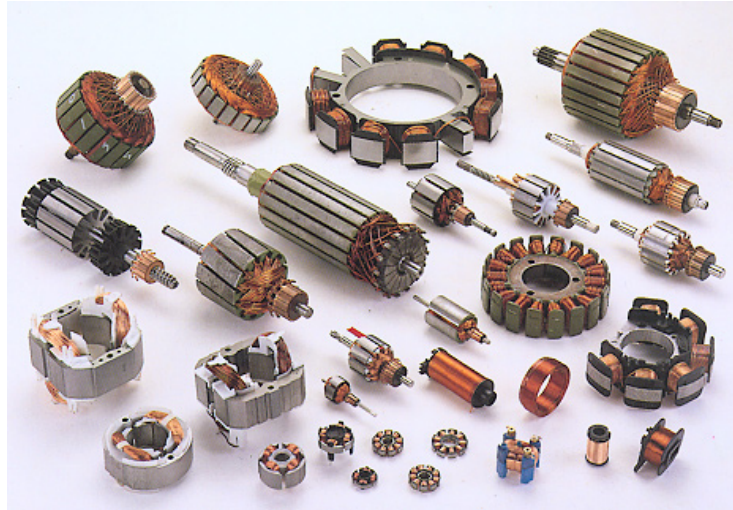
Принцип рада машине за једносмерну струју поједностављено ће се објаснити на примеру генератора (Слика 1.3). Када се кроз проводнике намотаја статора пропусти једносмерна струја, она ће створити стално магнетско поље побуде,  $\Phi$ , одговарајућег поларитета, везаног за смер струје. Када се помоћу неке погонске машине ротор обрће константном брзином  $n$ , у његовим проводницима ће се због пресецања линија магнетног флукса индуковати одговарајућа електромоторна сила вредности  $e = B \cdot l \cdot v$ . Будући да је у претходној једначини само магнетна индукција променљива, облик  $e_{мс}$  ће бити исти као и облик магнетног поља (индукције  $B$ ). У појединим проводницима који сачињавају навојак,  $e_{мс}$  ће бити супротног знака. Пошто један навојак чине два проводника везана на ред спојених тако да је крај првог повезан са крајем другог њихове емс се сабирају. Када је навојак у положају да је кроз њега флукс максималан, према једначини  $e = -d\psi/dt$

у њему ће индукована  $e_{мс}$  бити једнака нули, и тај положај називамо неутралном зоном (хоризонтални положај навојка на слици 1.2). Међутим, захваљујући деловању колектора, поларитет  $e_{мс}$ , па према томе и струје, у односу на спољашње коло, неће се мењати јер, уз непромењени смер обртања, дирке су увек истог поларитета јер су преко колектора повезане са проводницима који пролазе испод истог магнетног пола. Према томе, помоћу колектора се наизменичне струје у проводницима "исправљају", што има за последицу једносмерну струју у спољњем електричном колу.

На сликама се може пратити поступак прављења универзалних мотора у компанији "Слобода" Чачак. Ови мотори конструкционо имају све саставне делове исте као и мотори ЈС.



Слика 4: У компанији „Слобода“ Чачак



Слика 5: Различити типови статора и ротора мотора ЈС





Индукт (код мотора ЈС ротор) се може намотати паралелним или редним, једнослојним или двослојним навојем. Поред тога навој може бити прост (једноструко сложен) или вишеструк (вишеструк сложен). Може бити леви и десни.

На Техничком факултету у Чачку, написани су програми који разјашњавају начине намотавања сваког од наведених типова намотаја. Линк за скидање програма налази се у опису следеће слике.

### Namotavanje indukta mašina jednosmerne struje

autor: dr Slavoljub Janda, Tehnički fakultet Čačak

Osnovna podela navoja indukta rotora mašine za jednosmernu struju je:









1. **jednoslojni**  ili **dvoslojni** 
2. **paralelni**  (omčasti, zamkasti) ili **redni**  (valoviti, talasasti)

Postoje još i sledeće podele:

- prost  $m=1$  (jednostruko složen) ili složen (dvostruk  $m=2$ , trostruk  $m=3\dots$ ).
- levi ako je  $m<0$ , a desni ako je  $m>0$ .
- neukršteni navoj je desni za paralelne a levi za redne. Ukršteni navoj je levi za paralelne a desni za redne.

Ukupno ima 4 različitih vrsta navoja a za svaki od njih postoji razvijena šema namotavanja, koje se nezavisno startuju kao izvršni programi:

Ulazni podaci su: z - broj zlebova p - broj pari polova m - strukost

|  |  |
|--|--|
| <b>jednoslojni paralelni navoj</b>  <br>primeri:<br>$p=2, z=20, m=1$ (prost - jednostruk, desni, neukršten)<br>$p=3, z=36, m=2$ (dvostruk, levi, ukršten)        | <b>dvoslojni paralelni navoj</b>  <br>primeri:<br>$p=1, z=3, m=1$ (prost - jednostruk, desni, neukršten)<br>$p=4, z=48, m=3$ (trostruk, levi, ukršten) |
| <b>jednoslojni redni navoj</b>  <br>primeri:<br>$p=2, z=18, m=1$ (prost - jednostruk, desni, ukršten)<br>$p=2, z=22, m=-1$ (prost - jednostruk, levi, neukršten) | <b>dvoslojni redni navoj</b>  <br>primeri:<br>$p=2, z=21, m=1$ (prost - jednostruk, desni, ukršten)<br>$p=2, z=22, m=2$ (dvostruk, levi, neukršten)    |

napomena: program je pisan u programskom jeziku QBASIC 1994. godine i startuje se kao izvršni EXE fajl

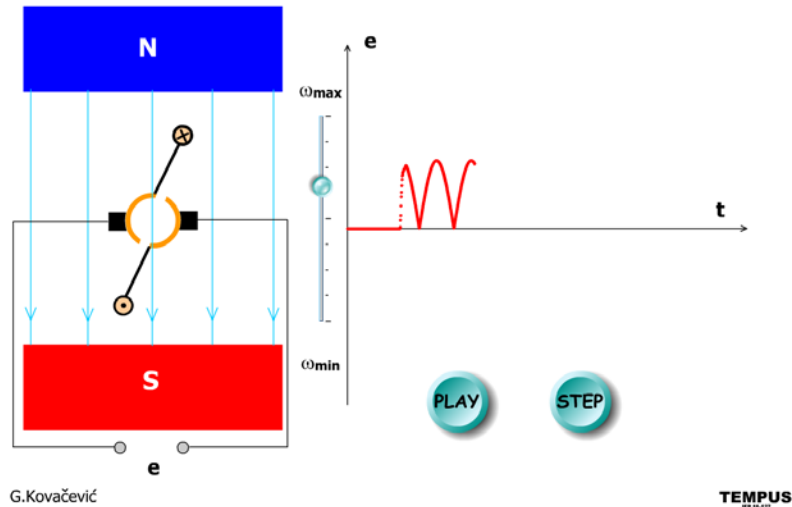
Слика 6: [Намотавање индукта машине једносмерне струје](#)



## СИМУЛАЦИОНЕ ВЕЖБЕ

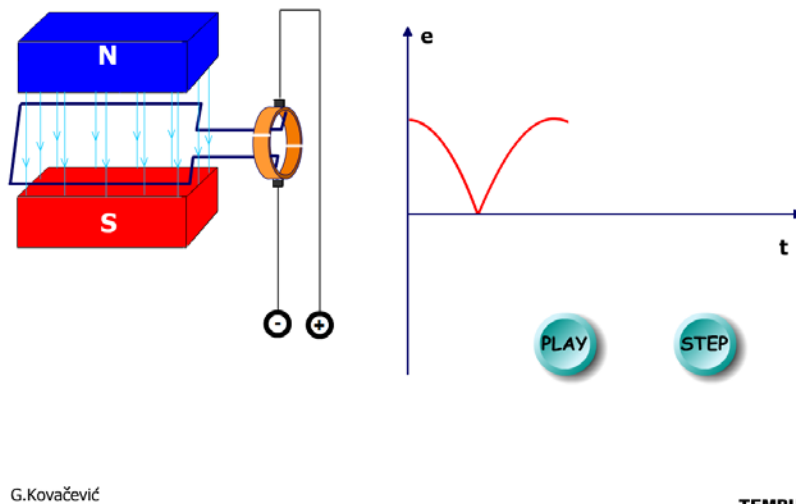
Следеће анимације и аплети могу помоћи бољем разумевању принципа рада машине ЈС.

**SINGLE COIL ROTATING IN MAGNETIC FIELD  
- RECTIFIED WAVEFORM-**



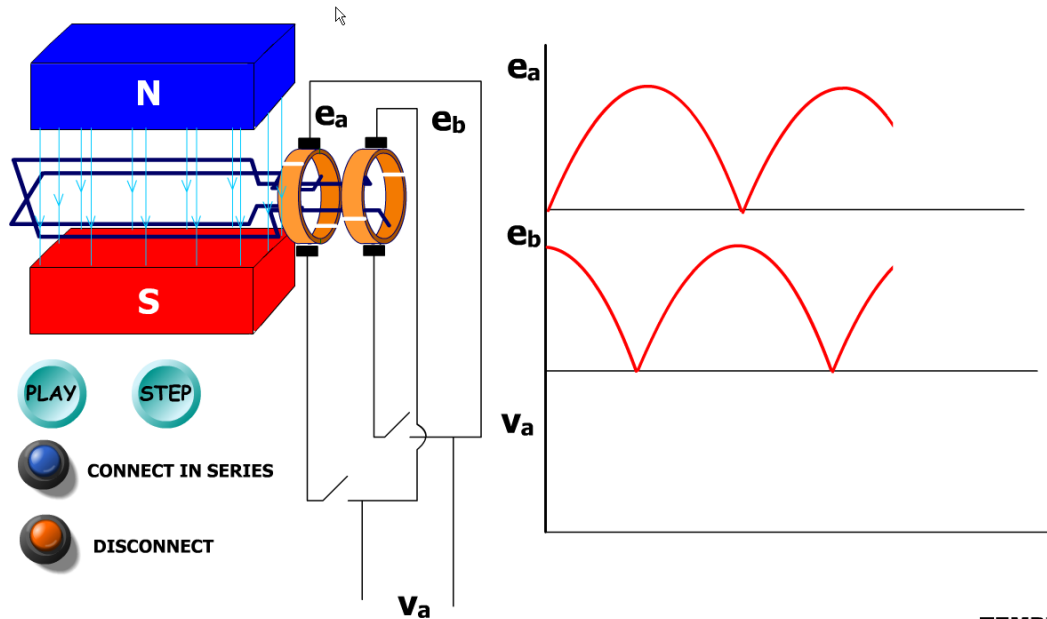
*Аплет: uloga komutatora 2D.swf*

**SINGLE COIL ROTATING WITH TWO SLIP RINGS  
- RECTIFIED WAVE FORM -**



*Аплет: uloga komutatora 3D.swf*

### SINGLE COIL ROTATING WITH FOUR SLIP RINGS RECTIFIED WAVEFORM

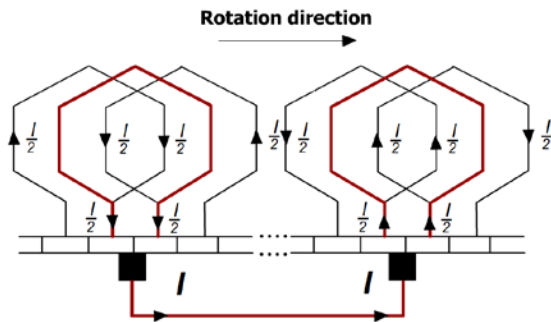


G.Kovačević

TEMPUS  
JEP 16-127

Аплет: *dve navojne sekcije sa komutatorima 3D.swf*

### Commutation proces



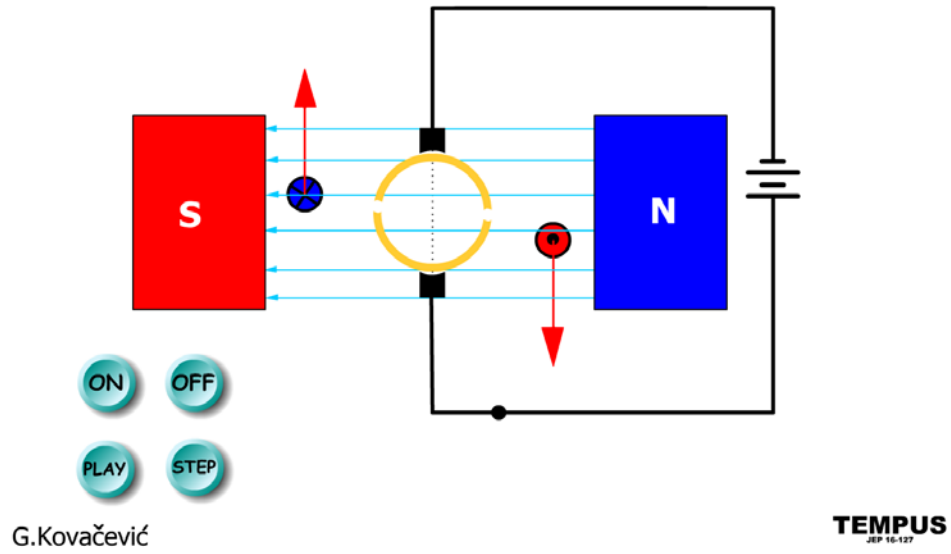
Move the brush position to see current direction changing.

G.Kovačević

TEMPUS  
JEP 16-127

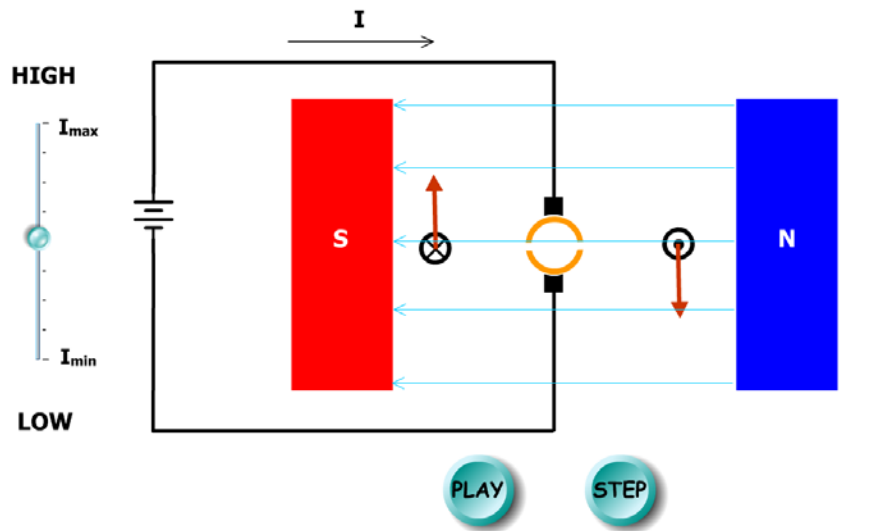
Аплет: *komutacija.swf*

### TORQUE PRODUCTION

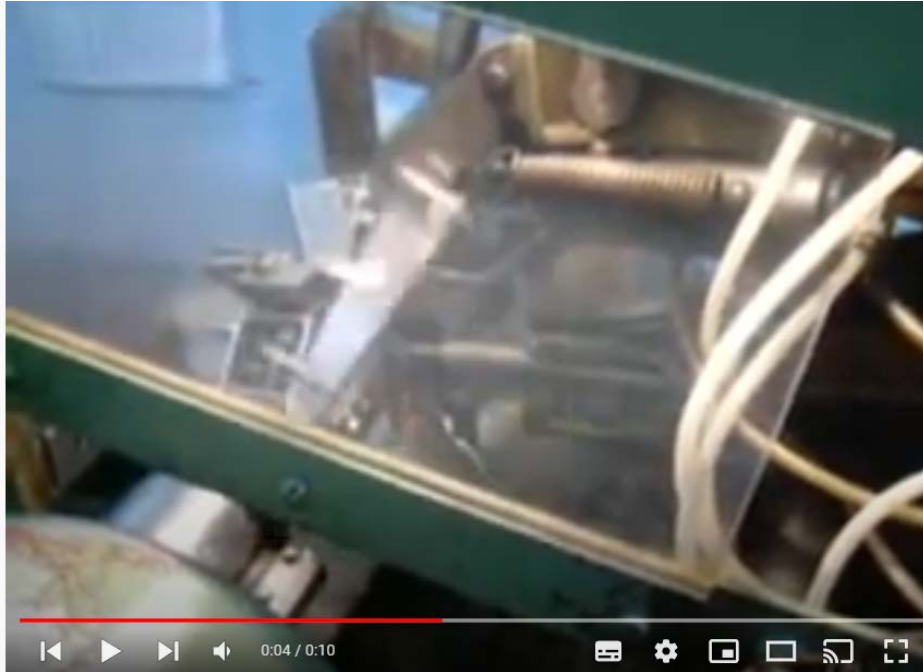


Аплет: *moment masine JS.swf*

### TORQUE PRODUCTION -TANGENTIAL COMPONENT-



Аплет: *tangencijalna komponenta momenta masine JS.swf*



[У компанији Слобода](#)

## ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

### Задатак вежбе:

Упознавање са магнетним и електричним колом машине за једносмерну струју, деловима машине за остваривање комутације у електричном колу индукта, визуелна идентификација појединих намота машине, одређивање полова машине, начин на који су сви ови елементи међусобно спојени у компактни систем.



Слика 7: Делови машине за једносмерну струју у лабораторији