

The image features a solid blue background. At the top, there are several wavy, horizontal lines in various shades of blue and teal, creating a sense of movement or a horizon line. The word "PONAHLJANJE" is centered in the middle of the image in a bold, light blue, sans-serif font.

**PONAHLJANJE**

# ELEKTRIČNO POLJE

- JAKOST HOMOGENOG ELEKTRIČNOG POLJA:

- E – jakost električnog polja (V/m)
- U – napon između ploča (V)
- l – udaljenost ploča (m)

$$E = \frac{U}{l}$$

- GUSTOĆA ELEKTRIČNOG TOKA:

- D = gustoća električnog toka (C/m<sup>2</sup>)
- Q = količina pomaknutog naboja (C)
- S = površina kroz koju je naboj pomaknut (m<sup>2</sup>)

$$D = \frac{q}{S}$$

- DIELEKTRIČNOST:

- D = gustoća električnog toka (C/m<sup>2</sup>)
- ε = dielektričnost materijala (C/Vm)
- E = jakost električnog polja (v/m)
- Za vakuum, a približno i za zraka vrijedi izraz:

$$D = \epsilon * E$$

$$D = \epsilon_0 * E \quad \epsilon_0 = \text{dielektrična konstanta vakuuma (V/Vm)}$$

$$\epsilon_0 = 8.86 * 10^{-12} \text{ C/Vm}$$

# ELEKTRIČNO POLJE

- ELEKTRIČNI KAPACITET:

$$C = \frac{Q}{U}$$

$C$  . . . kapacitet tijela (F)  
 $Q$  . . . količina naboja (C)  
 $U$  . . . električni potencijal tijela (V)

- KAPACITET KONDEZATORA:

- $C$  – kapacitet kondenzatora (F)
- $\epsilon_r$  – relativna dielektričnost izolatora
- $\epsilon_0$  – dielektričnost vakuuma (C/Vm)
- $S$  – površina ploča kondenzatora (m<sup>2</sup>)
- $l$  – udaljenost ploča (m)
- $\epsilon_0 = 8.86 \cdot 10^{-12}$  C/Vm KONSTANTA!

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S}{l}$$

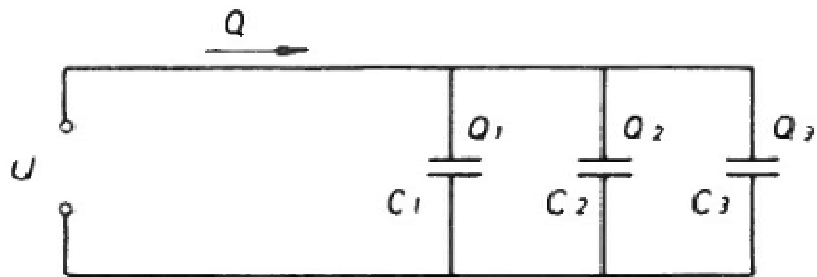
- ENERGIJA U KONDEZATORU

- $W_c$  – energija napunjenog kondenzatora (J)
- $C$  – kapacitet kondenzatora (F)
- $U_c$  – napon između ploča napunjenog kondenzatora (U)

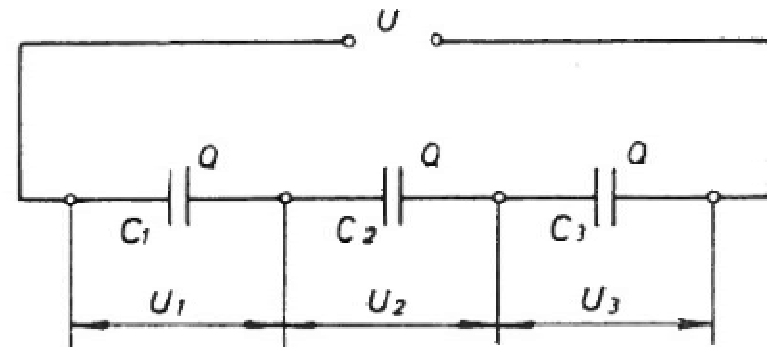
$$W_c = \frac{U_c^2 \cdot C}{2}$$

$$W_c = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S \cdot U_c^2}{2l}$$

# SPAJANJE KONDENZATORA



Paralelno spajanje kondenzatora



Serijsko spajanje kondenzatora

- Ukupni kapacitet paralelno spojenih kondenzatora jednak je zbroju kapaciteta pojedinih kondenzatora.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

- Recipročna vrijednost ukupnog kapaciteta jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti kapaciteta pojedinih kondenzatora.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

# MAGNETIZAM

- MAGNETSKA INDUKCIJA:

B = magnetska indukcija (T)

$\varphi$  = magnetski tok (Wb)

S = površina presjeka (m<sup>2</sup>)

$$B = \frac{\varphi}{S}$$

- MAGNETOMOTORNA SILA:

$$\Theta = I * N$$

$\Theta$  = magnetomotorna sila (A)

I = jakost struje kroz svitak (A)

N = broj zavoja svitka

- MAGNETSKI OTPOR:

R<sub>m</sub> – magnetski otpor (A/Wb)

l – srednja duljina magnetskog kruga (m)

S – poprečni presjek toka (m<sup>2</sup>)

$\mu$  – faktor ovisan o tvari kroz koju magnetski tok prolazi

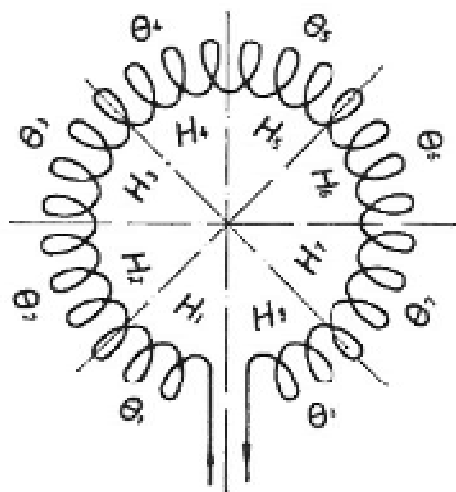
$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot S}$$

- Permeabilnost vakuuma:  $\mu_0 = 1,256 * 10^{-6}$  Wb/Am

- Relativna permeabilnost:  $\mu_t = \frac{B}{B_0}$

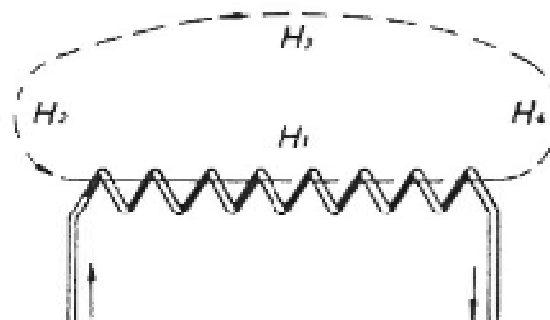
B<sub>0</sub> – mag. indukcija u vakuumu

# JAKOST MAGNETSKOG POLJA



$$H_1 = H_2 = H_3 = \dots = H_8$$

U homogenom magnetskom krugu jakost magnetskog polja jednaka je u svakom dijelu tog kruga



$$H_1 \neq H_2 \neq H_3 \neq H_4$$

U nehomogenom magnetskom krugu jakost magnetskog polja na različitim mjestima različita je

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

$$I \cdot N = H_1 \cdot l_1 + H_2 \cdot l_2 + H_3 \cdot l_3 + \dots$$

# ODNOS IZMEĐU INDUKCIJE I JAKOSTI

$$\varphi = \frac{\theta}{R_m}$$

$$\mathbf{B} = \mu_0 * \mu_r * \mathbf{H}$$

B – magnetska indukcija (T)

$\mu_0$  – permeabilnost vakuuma (Wb/Am)

$\mu_r$  – relativna permeabilnost tvari

H – jakost magnetskog polja (A/m)

$\varphi$  – magnetski tok

$\theta$  – magnetomotorna sila

$R_m$  – magnetski otpor

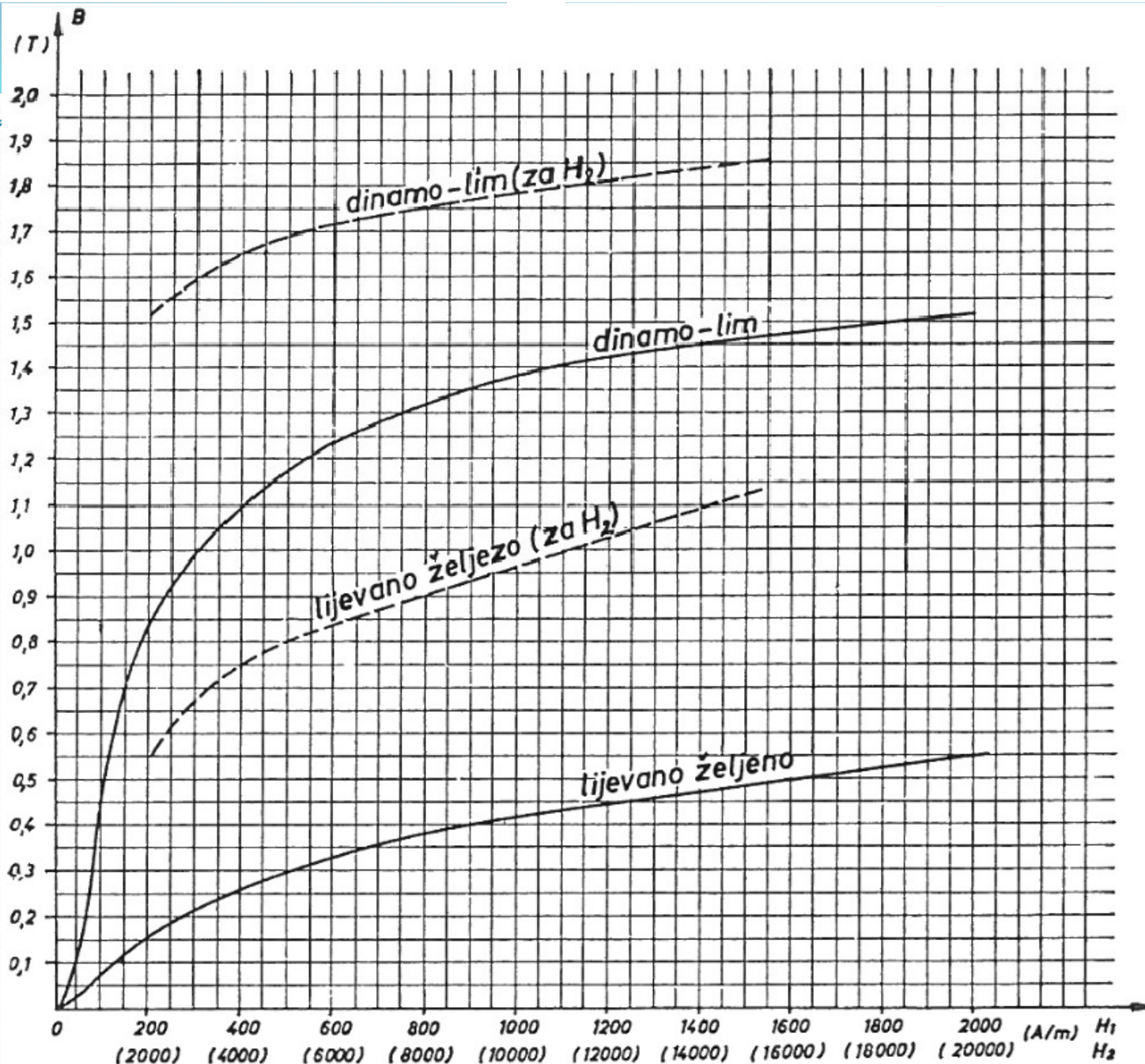
- Permeabilnost je u praksi stalna veličina samo u vakuumu (donekle i u zraku), pa formulu možemo primjeniti samo za proračun svitaka bez jezgre.
- Tada je  $\mu_r = 1$  pa dobijemo:

$$B_0 = \mu_0 \cdot H$$

$$B_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \cdot H$$

ili približno

$$B_0 = \frac{H}{800\,000}$$



Krivulje magnetiziranja pokazuju međusobnu ovisnost magnetske indukcije i jakosti magnetskog polja

# SILA PRIVLAČENJA ELEKTROMAGNETA

- Sila privlačenja elektromagneta je sila kojom elektromagnet privlači feromagnetske materijale (npr. željezo) ili drugi magnet. Ona ovisi o jakosti magnetskog polja, površini pola i zračnom rasporu.

$$F = 400000 * B^2 * S$$

Gdje je:

- F – sila privlačenja (N)
- B – magnetska indukcija (T)
- S – poprečni presjek polova (m<sup>2</sup>)

# ELEKTROMAGNETSKE POJAVE

- OPĆI ZAKON INDUKCIJE:

N – broj zavoja svitka

E – inducirana EMS u jednom zavoju (V)

$\Delta\phi$  – promjena magnetskog toka (Wb)

$\Delta t$  – vrijeme trajanja promjene (s)

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad E = N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

- VELIČINA INDUCIRANE EMS

E – inducirana EMS u jednom zavoju (V)

B – magnetska indukcija (T)

l – duljina vodiča (m)

v – brzina gibanja vodiča (m/s)

$$E = B \cdot l \cdot v$$

- TRANSFORMATORI:

• OMJERI TRANSFORMACIJE:  $U_1 : U_2 = N_1 : N_2$

• OMJERI NAPONA I STRUJA:  $U_1 : U_2 = I_2 : I_1$

# SAMOINDUKCIJA

- Jedinica za mjerenje induktiviteta je **henri** (1 H)

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S \cdot N^2}{l}$$

- L – induktivitet svitka (H)
- $\mu_0$  – permeabilnost vakuuma ( $1,256 \cdot 10^{-6}$  Wb/Am)
- $\mu_r$  – relativna permeabilnost jezgre
- S – površina presjeka svitka (m<sup>2</sup>)
- N – broj zavoja svitka
- $l$  – duljina magnetskog kruga (m)
- Veličinu inducirane EMS možemo izračunati i po formuli:

$$E = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

# SAMOINDUKCIJA

- Na ovaj način možemo izračunati koeficijent **međusobne indukcije** ili **međuinduktivitet** svitaka.
- Označuje se slovom  $M$ , a jedinica za mjerenje njegove veličine je henri (1 H).

$$M = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S \cdot N_1 \cdot N_2}{l}$$

$$E_2 = M \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

- $M$  – koeficijent međusobne indukcije (H)
- $\mu_0$  – permeabilnost vakuumu ( $1,256 \cdot 10^{-6}$  Wb/Am)
- $\mu_r$  – relativna permeabilnost željeza
- $S$  – površina presjeka svitka ( $m^2$ )
- $l$  – duljina magnetskog toka (m)
- $N_1$  – broj zavoja primarnog svitka
- $N_2$  – broj zavoja sekundarnog svitka

$$M = \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

# VELIČINA EMS INDUCIRANE U SVICIMA

- Ako promjenu magnetskog toka dobijemo prolazom izmjenične struje iz mreže kroz svitak, koja je sinusnog oblika, onda dobijamo formulu oblika:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \phi_m$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \phi_m$$

- $E_1$  – inducirana EMS u primarnom svitku (V)
- $E_2$  – inducirana EMS u sekundarnom svitku (V)
- $N_1$  – broj zavoja primarnog svitka
- $N_2$  – broj zavoja sekundarnog svitka
- $f$  – frekvencija struje (Hz)
- $\phi_m$  – maksimalni magnetski tok (Wb)

# ENERGIJA MAGNETSKOG POLJA

- Magnetsko polje je sposobno obaviti neki rad, pa ono posjeduje neku energiju. Tu energiju magnetsko polje dobiva iz električne energije samo dok struja raste.
- Kad je struja dosegla svoju konačnu stalnu vrijednost, električna energija se više ne troši na stvaranje magnetske energije niti se troši na njezino održavanje.

$$W_m = \frac{I^2 \cdot L}{2}$$

- $W_m$  – energija magnetskog polja (J)
- $I$  – jakost struje (A)
- $L$  – induktivitet svitka (H)

# MEĐUSOBNO DJELOVANJE MAGNETSKIH SILA

- SILA IZBACIVANJA:  $F = B * I * l$

F – sila izbacivanja

B – magnetska indukcija

I – jakost struje

*l* – duljina vodiča

- MAGNETSKA INDUKCIJA U NEKOJ TOČKI  
MAGNETSKOG POLJA RAVNOG VODIČA

- B – magnetska indukcija

- I – jakost struje kroz vodič

- r – udaljenost točke od vodiča

$$B = \frac{I}{5000000 \cdot r}$$

# ZADACI

1. Dva serijski spojena kondenzatora od  $4\mu\text{F}$  i  $8\mu\text{F}$  priključena su na napon od  $110\text{V}$ .
  - a) Koliki je njihov ukupni kapacitet?
  - b) Koliki je njihov ukupni naboj?
  - c) Koliki napon prima pojedini kondenzator?
2. Kolika je jakost magnetskog polja i gustoća magnetskog toka u prstenastom svitku koji ima 1200 zavoja, promjer 4 cm, duljinu 25 cm, ako kroz njegove zavoje teče struja jakosti 8A? Koliki je magnetski tok u njemu?
3. Koliko jaka struja treba prolaziti kroz prstenasti svitak sa 250 zavoja i duljinom 10 cm da dobijemo magnetsku indukciju od  $0,1\text{T}$ ?
4. Potkovičasti elektromagnet ima 200 zavoja, čeličnu jezgru poprečnog presjeka  $6\text{cm}^2$ , a ukupna duljina njegova magnetskog kruga iznosi 40 cm. Kolika struja treba teći kroz njegove zavoje da može nositi teret od 36kg?
5. Kolika je magnetomotorna sila potrebna da u zatvorenom prstenu od silicijskog čelika pobudi magnetski tok od  $0,0025\text{ Wb}$  ako taj prsten ima poprečni presjek  $25\text{ cm}^2$  i srednju duljinu 50cm?
6. Kolika je magnetomotorna sila potrebna ako je prsten iz zadatka 5. prepiljen na jednom mjestu, a rez širok 1mm?

# ZADACI

1. U magnetskom polju čija je magnetska indukcija  $0,75\text{T}$  giba se vodič duljine  $0,6\text{m}$  okomito na silnice brzinom  $2\text{ m/s}$ . Kolika struja teče u strujnom krugu otpora  $10\text{ ohma}$  ako je gornji vodič sastavni dio tog kruga?
2. Rotor nekog generatora ima promjer  $10\text{ cm}$  i duljinu  $20\text{ cm}$ . Kolika se EMS inducira u njemu pri  $3000\text{ o/min}$  ako istovremeno  $100$  njegovih žica siječe magnetsko polje čija je magnetska indukcija  $0,5\text{T}$ ?
3. Koliko zavoja treba imati svitak namotan u obliku prstena da njegov induktivitet bude  $0,5\text{ mH}$ ? Promjer zavoja je  $1\text{ cm}$ , a opseg prstena  $4\text{ dm}$ .
4. Na zatvorenoj željeznoj jezgri presjeka  $12\text{ cm}^2$  i srednjoj duljini  $20\text{ cm}$  nalaze se dva svitka ( $N_1=500$ ,  $N_2=800$ ). Koliki je induktivitet pojedinih svitaka i njihov međuinduktivitet kad je relativna permeabilnost jezgre  $1200$ .
5. Rotor elektromotora ima duljinu  $25\text{ cm}$ , promjer  $20\text{ cm}$ , broj zavoja namota  $1000$ , a nalazi se u magnetskom polju čija je magnetska indukcija  $0,8\text{ T}$ . Kolika sila djeluje na njega i koliki je okretni moment ako kroz njega teče struja jakosti  $10\text{A}$ ?
6. Magnetsko polje djeluje na vodič duljine  $18\text{ cm}$  silom od  $4\text{N}$  ako kroz taj vodič teče struja jakosti  $60\text{A}$ . Kolika je magnetska indukcija tog polja?