

ELEKTROTEHNIKA

Predmetni izpitni katalog za splošno maturo



Predmetni izpitni katalog se uporablja od spomladanskega izpitnega roka **2012**, dokler ni določen novi. Veljavnost kataloga za leto, v katerem bo kandidat opravljal maturo, je navedena v Maturitetnem izpitnem katalogu za splošno maturo za tisto leto.



ric

Državni izpitni center

KAZALO

1	UVOD.....	5
2	IZPITNI CILJI	6
3	ZGRADBA IN OCENJEVANJE IZPITA	7
3.1	Shema izpita.....	7
3.2	Tipi nalog in ocenjevanje.....	7
3.3	Merila ocenjevanja izpita in posameznih delov	8
4	IZPITNE VSEBINE IN CILJI	10
4.1	Elektrina in električni tok	10
4.2	Električno polje	11
4.3	Enosmerna električna vezja	13
4.4	Magnetno polje.....	16
4.5	Inducirano električno polje	17
4.6	Izmenična električna vezja	18
4.7	Trifazni sistem	21
4.8	Prehodni pojavi	21
5	PRIMERI NALOG ZA PISNI IZPIT	23
5.1	Naloga s kratkimi odgovori.....	23
5.2	Strukturirana naloga	23
6	SEMINARSKA NALOGA	25
6.1	Izbor teme in opredelitev problema.....	25
6.2	Koraki pri izdelavi	25
6.3	Obseg in oblika	25
6.4	Sestavine.....	25
6.5	Navedba literature	26
6.6	Predstavitev in zagovor.....	26
6.7	Učiteljeva pomoč pri izdelavi.....	26
7	KANDIDATI S POSEBNIMI POTREBAMI	27
8	LITERATURA.....	28
9	DODATEK.....	29
9.1	Konstante in enačbe	29
9.2	Magnetilne krivulje	30

1 UVOD

Predmetni izpitni katalog za splošno matura Elektrotehnika (v nadaljnjem besedilu katalog) vsebuje vse sestavine, ki jih določajo Zakon o maturi in podzakonski predpisi ter temelji na sklepih Državne komisije za splošno matura (v nadaljnjem besedilu DK SM) o strukturi izpitov in predmetnih izpitnih katalogov, opredeljenih v veljavnem *Maturitetnem izpitnem katalogu za splošno matura*. Izpit splošne mature iz elektrotehnike, ki temelji na veljavnem učnem načrtu¹, spada med predmete izbirnega dela splošne mature. Sestavljen je iz zunanjega dela izpita (pisni izpit) in notranjega (seminarska naloga).

¹ Elektrotehnika. Predmetni katalog – učni načrt. Tehniška gimnazija. Sprejeto na 79. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 19. 5. 2005.

2 IZPITNI CILJI

Spoznavanje

- elektrotehnike kot vede, ki ima pomemben gospodarski in družbeni pomen;
- zgradbe snovi in njenega vpliva na električne in magnetne lastnosti ter
- zakonov v elektrotehniki in njihove uporabe pri reševanju nalog.

Utrjevanje

- zakonov v elektrotehniki in njihove porabe z izračuni, poskusi in meritvami;
- vezi s sorodnimi naravoslovno-tehniškimi panogami ter
- splošne tehniške razgledanosti.

Spodbujanje

- reševanja različnih tipov nalog;
- natančnosti, domiselnosti in doslednosti;
- uporabe standardov, predpisov in priporočil ter
- uporabe strokovne literature.

Priprava na univerzitetni študij.

3 ZGRADBA IN OCENJEVANJE IZPITA

Splošna matura iz elektrotehnike je sestavljena iz pisnega izpita in seminarske naloge. Pisni izpit je zunanji del izpita in je sestavljen iz dveh izpitnih pol. Seminarska naloga s predstavitvijo in zagovorom je notranji del izpita.

3.1 Shema izpita

► Pisni izpit – zunanji del izpita

Izpitna pola	Trajanje	Delež pri oceni	Ocenjevanje	Pripomočki	Priloge
1	90 minut	40 %	zunanje	nalivno pero ali kemični svinčnik, svinčnik, radirka, šestilo, trikotnika in računalo	konstante in enačbe ter magnetilne krivulje so del izpitne pole
2	90 minut	40 %			
Skupaj	180 minut	80 %			

Po zaključku pisanja Izpitne pole 1, tj. pred začetkom pisanja Izpitne pole 2, je 30-minutni odmor.

► Seminarska naloga – notranji del izpita

	Delež pri oceni	Ocenjevanje	Obseg
Pisni izdelek	14 %	notranje	8–10 strani
Predstavitev in zagovor	6 %		
Skupaj	20 %		

3.2 Tipi nalog in ocenjevanje

► Pisni izpit

Izpitna pola (IP)	Tip naloge	Število nalog	Ocenjevanje
1	Naloge s kratkimi odgovori	8	vsaka naloga 2 točki
	Strukturirane naloge	3	vsaka naloga 8 točk
Skupaj IP 1		11	40 točk
2	Naloge s kratkimi odgovori	4	vsaka naloga 2 točki
	Strukturirane naloge	8	vsaka naloga 8 točk
Kandidat ² izbere in reši 4 naloge.			
Skupaj IP 2		8	40 točk

² V predmetnem izpitnem katalogu uporabljeni samostalniki moškega spola, ki se pomensko in smiselno vežejo na splošna, skupna poimenovanja (npr. kandidat, ocenjevalec), veljajo tako za osebe ženskega kot moškega spola.

V prvi izpitni poli so od osmih nalog s kratkimi odgovori praviloma tri iz poglavja *Elektrina in električni tok*, dve iz poglavja *Enosmerna električna vezja*, dve iz poglavja *Izmenična električna vezja* in ena iz poglavja *Prehodni pojavi*. Od treh strukturiranih nalog je po ena iz poglavij *Enosmerna električna vezja*, *Izmenična električna vezja* in *Prehodni pojavi*.

V drugi izpitni poli je od štirih nalog s kratkimi odgovori po ena naloga iz poglavij *Električno polje*, *Magnetno polje*, *Inducirano električno polje* in *Trifazni sistem*. Od osmih strukturiranih nalog sta po dve nalogi iz poglavij *Električno polje*, *Magnetno polje*, *Inducirano električno polje* in *Trifazni sistem*.

Druga izpitna pola omogoča izbirnost. Kandidat rešuje vse naloge s kratkimi odgovori, od osmih strukturiranih nalog pa izbere in rešuje katerekoli štiri naloge.

► Seminarska naloga

Tip naloge	Ocenjevanje
Pisni izdelek	14 točk
Predstavitve in zagovor	6 točk
Skupaj	20 točk

3.3 Merila ocenjevanja izpita in posameznih delov

Pisni izpit obsega tri taksonomske stopnje (v izpitnih vsebinah so označene z I, II ali III):

- prva stopnja predstavlja poznavanje fizikalnih pojavov, pojmov, zakonov, definicij, formul, simbolov, veličin in enot, ki se uporabljajo v elektrotehniki;
- druga stopnja zajema razumevanje in uporabo znanj pri reševanju nalog;
- tretja taksonomska stopnja upošteva samostojni pristop pri reševanju nalog z analizo, primerjavo, sklepanjem, vrednotenjem in sintezo.

3.3.1 Deleži taksonomskih stopenj

Taksonomske stopnje	Izpitna pola 1	Izpitna pola 2	Seminarska naloga
I. poznavanje	vsaj 12 %	vsaj 8 %	vsaj 5 %
II. razumevanje in uporaba	od 16 % do 24 %	od 16 % do 24 %	od 8 % do 12 %
III. samostojna interpretacija, vrednotenje, samostojno reševanje novih problemov	največ 8 %	največ 12 %	največ 5 %

3.3.2 Merila ocenjevanja posameznih delov izpita

Naloge s kratkimi odgovori vsebujejo eno ali dve vprašanji, ki sta prve in/ali druge taksonomske stopnje.

Strukturirane naloge vsebujejo praviloma štiri vprašanja: prvo in drugo vprašanje sta prve in/ali druge taksonomske stopnje, tretje vprašanje je druge ali tretje taksonomske stopnje in četrto vprašanje tretje taksonomske stopnje.

Odgovori na vprašanja se ocenijo s celim številom točk: 0, 1 ali 2. Največje skupno število doseženih točk pri nalogah s kratkimi odgovori je 2, pri strukturiranih nalogah pa 8.

► Ocenjevanje seminarske naloge

Seminarsko nalogo oceni učitelj v skladu z merili za ocenjevanje.

	Merila	Točke
Pisni izdelek	zasnova naloge	0–4
	vsebina	
	– skladnost z vsebino predmeta	0–3
	– zahtevnost	0–4
Predstavitev in zagovor	oblika	0–3
	predstavitev naloge	0–3
	zagovor	0–3

3.3.2 Končna ocena

Končna ocena izpita se določi na podlagi seštevka odstotnih točk vseh delov izpita (pisnega izpita in seminarske naloge). DK SM na predlog Državne predmetne komisije za splošno maturo za elektrotehniko določi merila za pretvorbo odstotnih točk v ocene (1–5). Ta merila so v spomladanskem in jesenskem izpitnem roku enaka.

4 IZPITNE VSEBINE IN CILJI

4.1 Elektrina in električni tok

Vsebina, pojmi	Cilji
Kandidat zna	
01 Mednarodni sistem enot (SI)	
01 Osnovne in izpeljane enote	- I – zapisati in poimenovati osnovne enote, - II – uporabljati imena predpon v SI, njihove oznake in njihove številske vrednosti, – zapisati in poimenovati fizikalne veličine z oznako in enoto, – zapisati fizikalno veličino kot produkt njene vrednosti in njene enote, – izraziti izpeljane enote z osnovnimi;
02 Elektrina (električni naboj) in zgradba snovi	
01 Poenostavljeni model atoma	- I – naštetih glavne gradnike atoma, – opisati njegovo zgradbo,
02 Osnovna elektrina	- I – uporabljati dogovor o pozitivnih in negativnih delcih v atomu, - II – pojasniti, kdaj je atom pozitiven ali negativen ion (kation ali anion),
03 Prevodniki in izolanti	- I – pojasniti, kako je gibanje elektrine povezano z gibanjem njenih nosilcev, - II – pojasniti, kdaj in zakaj je neka trdna snov ali tekočina bolj ali manj prevodna,
04 Zakon o ohranitvi elektrine	- II – pojasniti zakon o neuničljivosti elektrine, – pojasniti, da je mogoče premikanje elektrine od enega do drugega mesta v prostoru;
03 Električni tok	
01 Urejeno gibanje naelektrenih delcev	- I – opisati pojem urejenega gibanja elektronov ali ionov, - II – definirati in uporabiti enačbo za električni tok skozi dani presek pri enosmernih tokih,
02 Gostota električnega toka	II – definirati gostoto enosmerne električnega toka skozi vodnik danega preseka,
03 Zakon elektrolize	- I – zapisati Faradayev zakon elektrolize, - II – opredeliti pojem elektrokemičnega ekvivalenta, – uporabljati enačbo elektrolize.

4.2 Električno polje

Vsebina, pojmi

Cilji

Kandidat zna

01 Električna poljska jakost

- | | | |
|----|----------------------------------|--|
| 01 | Coulombov zakon | <ul style="list-style-type: none">II – pojasniti zakonitost električne sile med točkastima elektrinama po velikosti in po smeri,– narisati vektorja sil na eno ali drugo elektrino in izračunati njuni velikosti,III – izračunati velikost sile na elektrino, ki je v bližini drugih dveh elektrin, in določiti njeno smer, |
| 02 | Električna poljska jakost | <ul style="list-style-type: none">II – definirati vektor električne poljske jakosti,– izračunati vrednost in določiti smer poljske jakosti v poljubni točki ob točkasti elektrini, premi elektrini ali ob naelektreni ravnini,– narisati silnice polja,III – izračunati vrednost in določiti smer poljske jakosti v bližini dveh točkastih elektrin, dveh premih elektrin ali dveh naelektrenih ravnin, |
| 03 | Električna napetost in potencial | <ul style="list-style-type: none">II – definirati napetost med točkama v homogenem električnem polju,– definirati električni potencial,– opredeliti mesto in velikost izhodiščnega potenciala,– uporabljati zvezo med napetostjo in potencialoma, |
| 04 | Električno odklanjanje | <ul style="list-style-type: none">III – pojasniti način električnega odklanjanja; |

02 Prevodnik in električno polje

- | | | |
|----|----------------------|--|
| 01 | Električna influenca | <ul style="list-style-type: none">II – pojasniti električno influenco, če prevodno telo postavimo v električno polje,– pojasniti, zakaj je elektrostatično polje v prevodniku enako nič,– pojasniti, kje je presežna elektrina naelektrenega telesa; |
|----|----------------------|--|

03 Izolant oziroma dielektrik v električnem polju

- | | | |
|----|-------------------------|---|
| 01 | Električna polarizacija | <ul style="list-style-type: none">II – opisati električni dipol,– pojasniti pojem električne polarizacije, |
| 02 | Prebojna trdnost | <ul style="list-style-type: none">III – razložiti, kaj je prebojna trdnost izolanta in zakaj izolant prebije; |

04 Električni pretok

- | | | |
|----|-------------------|--|
| 01 | Električni pretok | <ul style="list-style-type: none">II – definirati električni pretok, |
|----|-------------------|--|

Vsebina, pojmi	Cilji
	– povezovati električni pretok in elektrino na naelektrenih telesih,
02 Gostota električnega pretoka	II – skicirati gostotnice električnega polja, III – izračunati gostoto električnega pretoka po velikosti in smeri za točkaste elektrine, preme elektrine in naelektrene ravnine,
03 Dielektričnost	– zapisati povezavo med električno poljsko jakostjo in gostoto električnega pretoka v dielektrični snovi, II – uporabljati tabelo relativnih dielektričnosti izolantov oziroma dielektrikov;
05 Kapacitivnost in energija	
01 Kapacitivnost in kondenzator	I – definirati kapacitivnost, – narisati simbol kondenzatorja z oznakami za elektrini, napetost in kapacitivnost, II – uporabljati enačbo za kapacitivnost ploščnega kondenzatorja z enovitim dielektrikom, III – določiti električno poljsko jakost in gostoto električnega pretoka v ploščnem kondenzatorju z več dielektriki, – izračunati kapacitivnost ploščnega kondenzatorja z več dielektriki,
02 Energija električnega polja	III – uporabljati enačbo za energijo v kondenzatorju;
06 Kondenzatorska vezja	
01 Elementi kondenzatorskih vezij	I – navesti elemente kondenzatorskih vezij, – opredeliti vlogo napetostnih virov v kondenzatorskih vezjih,
02 Zakona v kondenzatorskih vezjih	III – uporabljati ohranitveni zakon elektrin, – uporabljati napetostni zakon zanke,
03 Vezave kondenzatorjev	II – izračunati nadomestne kapacitivnosti vzporedno, zaporedno in sestavljeno vezanih kondenzatorjev, – izračunati kondenzatorski delilnik napetosti,
04 Reševanje enostavnih kondenzatorskih vezij	III – izračunati napetosti, elektrine in energije v kondenzatorskih vezjih z enim ali dvema viroma.

4.3 Enosmerna električna vezja

Vsebina, pojmi

Cilji

Kandidat zna

01 Elementi preprostih električnih vezij

- | | | |
|----|---|---|
| 01 | Idealni napetostni in idealni tokovni vir | <ul style="list-style-type: none">I – opredeliti idealni napetostni in idealni tokovni vir,– narisati električna simbola napetostnega in tokovnega vira,II – skicirati UI-karakteristiko idealnega vira,III – združevati idealne vire, |
| 02 | Bremena (porabniki) | <ul style="list-style-type: none">I – skicirati električne simbole za osnovna dvopolna bremena,– označiti tok skozi dvopol in napetost na njem,– skicirati UI-karakteristiko bremena,II – prepoznati iz dane karakteristike linearno in nelinearno breme,– razložiti pojem večpolnega bremena (tripola, štiripola),III – povezovati dvopole (bremena) v sestavljene dvopole; |

02 Ohmov zakon

- | | | |
|----|--|--|
| 01 | Električna upornost in električna prevodnost | <ul style="list-style-type: none">I – narisati električni simbol upora in ga opremiti z oznakami za tok, napetost in upornost ali prevodnost,– definirati električno upornost upora,II – definirati električno prevodnost upora,– pojasniti specifično električno upornost in specifično električno prevodnost ter zvezo med njima, |
| 02 | Ohmov zakon | <ul style="list-style-type: none">II – pojasniti Ohmovo zakonitost med napetostjo in tokom na uporu, |
| 03 | Temperaturna odvisnost električne upornosti | <ul style="list-style-type: none">I – uporabljati tabele specifičnih električnih upornosti ali prevodnosti snovi in njihovih temperaturnih koeficientov,III – izračunati upornost ali prevodnost upora z upoštevanjem temperaturne odvisnosti; |

03 Merilni instrumenti

- | | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 01 | Ampermeter, voltmeter in ohmmeter | <ul style="list-style-type: none">I – skicirati električne simbole za vse tri instrumente,– priključiti ampermeter za merjenje toka,– priključiti voltmeter za merjenje napetosti,– uporabiti ohmmeter za merjenje električne upornosti uporov; |
|----|-----------------------------------|--|

04 Kirchhoffova zakona

- | | |
|---------------------------------|--|
| 01 Vozliščna (spojiščna) enačba | II – napisati tokovni zakon vozlišča,
III – uporabljati tokovni zakon vozlišča, |
| 02 Zančna enačba | II – napisati napetostni zakon zanke,
III – uporabljati napetostni zakon zanke; |

05 Vzporedna vezava uporov

- | | |
|--|---|
| 01 Razdelitev toka pri vzporedni vezavi uporov | II – predstaviti vzporedno vezavo uporov kot tokovni delilnik,
– napisati enačbo za izračun nadomestne prevodnosti (upornosti) vzporedne vezave bremen,
III – uporabljati enačbo za izračun nadomestne prevodnosti (upornosti) vzporedne vezave bremen,
– določiti razmerje med tokovi pri danih upornostih (prevodnostih) vzporedno vezanih bremen, |
| 02 Soupor | II – uporabljati soupor,
– določiti soupor pri razširitvi merilnega območja ampermetra; |

06 Zaporedna vezava uporov

- | | |
|---|--|
| 01 Razdelitev napetosti (padcev napetosti) pri zaporedni vezavi uporov (bremen) | II – predstaviti zaporedno vezavo uporov kot napetostni delilnik,
– napisati enačbo za izračun nadomestne upornosti (prevodnosti) zaporedne vezave bremen,
– uporabljati enačbo za izračun nadomestne upornosti (prevodnosti) zaporedne vezave bremen,
III – določiti razmerja med napetostmi pri danih upornostih (prevodnostih) zaporedno vezanih uporov, |
| 02 Predupor | II – uporabljati predupor,
– določiti predupor pri razširitvi merilnega območja voltmetra; |

07 Mešane vezave uporov

- | | |
|-----------------------|---|
| 01 Enostavnejša vezja | III – računati nadomestne upornosti (prevodnosti) vzporedno in zaporedno vezanih uporov,
III – izračunati vejne tokove in napetosti, |
| 02 Delilnik napetosti | I – narisati vezje napetostnega delilnika,
III – določiti zvezo med vhodno in izhodno napetostjo pri neobremenjenem in obremenjenem delilniku, |
| 03 Mostično vezje | II – prepoznati uravnoteženo mostično vezje uporov,
– izračunati prevodnost (upornost) uravnoteženega mostičnega vezja uporov; |

08 Merjenje električne upornosti

- | | | |
|----|-----------------|---|
| 01 | UI-metoda | II – narisati možni vezavi ampermetra, voltmetra in merjenca ter navesti prednosti ali slabosti obeh vezav,
III – izračunati upornost merjenca z upoštevanjem upornosti merilnih instrumentov, |
| 02 | Mostična metoda | II – narisati merilno mostično vezje ter napisati in uporabljati ravnotežno enačbo; |

09 Realni napetostni in realni tokovni vir

- | | | |
|----|------------------------|--|
| 01 | Nadomestno vezje | I – določiti napetost odprtih sponk in tok kratkega stika,
II – narisati nadomestni vezji realnih virov,
III – izračunati napetost in tok na sponkah vira v odvisnosti od bremena, |
| 02 | UI-karakteristika vira | II – narisati UI-karakteristiko vira,
III – odčitati z dane UI-karakteristike napetost odprtih sponk, tok kratkega stika in notranjo upornost,
– določiti grafično delovno točko, ko na vir priključimo znano breme, |
| 03 | Sestavljeni viri | II – narisati vezave sestavljenih virov,
III – določiti elemente nadomestnih vezij sestavljenega vira; |

10 Analiza vezij z dvema ali več viri

- | | | |
|----|---|---|
| 01 | Uporaba Ohmovega in Kirchhoffovih zakonov | III – zapisati sistem enačb za izračun vejnih tokov v vezju,
– izračunati vejne tokove v vezju z dvema ali več viri; |
|----|---|---|

11 Joulov zakon

- | | | |
|----|--|--|
| 01 | Električna energija in delo, sproščena toplota | II – pojasniti fizikalno ozadje pretvorbe električne energije v toploto,
– uporabljati enačbo za električno delo, |
| 02 | Električna moč | I – definirati električno moč,
II – izraziti moč linearnega bremena; |

12 Bilanca moči v električnem vezju

- | | | |
|----|---------------------------------|---|
| 01 | Moči generatorjev in bremen | II – izraziti moči generatorjev in bremen pri označenih napetostih in tokovih v vezju,
– pojasniti zvezo med skupno močjo virov in skupno močjo bremen v vezju, |
| 02 | Izkoristek in prilagojeno breme | II – definirati izkoristek pri prenosu ali pretvorbi električne energije,
III – pojasniti pojem prilagojenega bremena,
– določiti upornost prilagojenega bremena. |

4.4 Magnetno polje

Vsebina, pojmi

Cilji

Kandidat zna

01 Gostota magnetnega pretoka

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 01 | Amperova magnetna sila | II | <ul style="list-style-type: none">– pojasniti zakonitost magnetne sile med ravnima in vzporednima tokovodnikoma po njeni velikosti in smeri, |
| | | III | <ul style="list-style-type: none">– definirati amper – enoto električnega toka,– izračunati magnetno silo na tokovodnik, ki je v bližini enega ali dveh vzporednih tokovodnikov, |
| 02 | Gostota magnetnega pretoka | II | <ul style="list-style-type: none">– definirati vektor gostote magnetnega pretoka,– določiti smer in velikost magnetne sile na tokovodnik v homogenem magnetnem polju, |
| 03 | Magnetno polje preprostih tokovnih struktur | III | <ul style="list-style-type: none">– določiti gostoto magnetnega pretoka v in ob ravnem tokovodniku krožnega prereza po velikosti in smeri,– določiti gostoto magnetnega pretoka v notranjosti ravne dolge tuljave in toroidne tuljave po velikosti in smeri, |
| 04 | Magnetni pretok | II | <ul style="list-style-type: none">– izračunati magnetni pretok skozi ploskev v homogenem magnetnem polju,– izračunati magnetni pretok v ravni dolgi tuljavi in toroidni tuljavi,– upodabljati magnetni pretok z gostotnicami; |

02 Snov v magnetnem polju

- | | | | |
|----|----------------------------|-----|--|
| 01 | Magnetne snovi (magnetiki) | I | <ul style="list-style-type: none">– ločevati med diamagnetnimi, paramagnetnimi in feromagnetnimi snovmi, |
| | | II | <ul style="list-style-type: none">– pojasniti, zakaj se gostota magnetnega pretoka v tuljavi poveča, če vanjo vstavimo feromagnetik, |
| 02 | Magnetna napetost | II | <ul style="list-style-type: none">– definirati magnetno napetost in jo uporabiti pri ravnih tokovodnikih, ravni dolgi tuljavi in toroidni tuljavi, |
| 03 | Magnetna poljska jakost | III | <ul style="list-style-type: none">– izračunati magnetno poljsko jakost pri ravnih tokovodnikih, ravni dolgi tuljavi in pri toroidni tuljavi ter določiti njeno smer, |
| 04 | Permeabilnost | I | <ul style="list-style-type: none">– uporabljati tabele relativnih permeabilnosti magnetnih snovi, |
| | | II | <ul style="list-style-type: none">– zapisati povezavo med magnetno poljsko jakostjo in gostoto magnetnega pretoka v linearnem delu magnetilne krivulje, |
| 05 | Krivulje magnetenja | I | <ul style="list-style-type: none">– narisati začetno magnetilno krivuljo, |
| | | II | <ul style="list-style-type: none">– narisati in pojasniti histerezno krivuljo magnetenja ter ločevati med trdomagnetnimi in mehkomagnetnimi materiali; |

03 Magnetna vezja (magnetni krogi)

- | | | | |
|----|------------------------------------|-----|---|
| 01 | Elementi in zakoni magnetnih vezij | II | <ul style="list-style-type: none"> – opredeliti generator magnetne napetosti, – predstaviti magnetni upor in zapisati magnetni Ohmov zakon, – izračunati magnetno upornost dela feromagnetnega jedra ali zračne reže, – napisati Kirchhoffova zakona magnetnih vezij, |
| | | III | – uporabljati Kirchhoffova zakona magnetnih vezij, |
| 02 | Analiza preprostih magnetnih vezij | III | <ul style="list-style-type: none"> – rešiti magnetno vezje feromagnetnega jedra z zračno režo, – rešiti magnetno vezje nelinearnega feromagnetnega jedra z zračno režo in vzbujačnim navitjem; |

04 Uporaba magnetne sile

- | | | | |
|----|----------------------|-----|--|
| 01 | Magnetno odklanjanje | II | – pojasniti način magnetnega odklanjanja v katodni cevi, |
| 02 | Navor na tuljavo | III | – izračunati navor na tuljavo v homogenem magnetnem polju. |

4.5 Inducirano električno polje

Kandidat zna

01 Inducirano električno polje

- | | | | |
|----|--|-----|---|
| 01 | Faradayev zakon indukcije in Lenzevo pravilo | II | <ul style="list-style-type: none"> – opisati indukcijski zakon v tuljavi in narisati njen časovni diagram, – izračunati inducirano napetost v tuljavi in narisati njen časovni diagram, – določiti polariteto in vrednost inducirane napetosti med koncema ravne žice, ki se enakomerno premika v homogenem magnetnem polju, |
| | | III | – uporabljati Lenzevo pravilo, |
| 02 | Generiranje napetosti | III | <ul style="list-style-type: none"> – izračunati inducirano napetost v tuljavi, ki se enakomerno vrti v homogenem magnetnem polju, – izračunati inducirano napetost v tuljavi (navitju) na feromagnetnem jedru, v katerem je časovno spremenljiv magnetni pretok; |

02 Induktivnost in energija

- | | | | |
|----|--------------|---|---|
| 01 | Induktivnost | I | <ul style="list-style-type: none"> – definirati magnetni sklep tuljave z več ovoji, – narisati tuljavo kot element električnih vezij z oznakami za tok, napetost in induktivnost, |
|----|--------------|---|---|

Vsebina, pojmi	Cilji
	II – definirati induktivnost tuljave,
	III – izračunati induktivnost ravne dolge tuljave in toroidne tuljave brez jedra in z njim,
02 Energija magnetnega polja	III – uporabljati enačbo za energijo v tuljavi, – izračunati silo na kotvo elektromagneta.

4.6 Izmenična električna vezja

Vsebina, pojmi	Cilji
	Kandidat zna
01 Časovno spremenljive veličine	
01 Časovni diagram	I – narisati diagram časovno spremenljive veličine,
02 Periodična veličina	I – skicirati časovni diagram periodične veličine, II – odčitati iz danega časovnega diagrama trenutno in temensko vrednost prikazane veličine, – odčitati iz danega diagrama periodo in izračunati frekvenco periodične veličine,
03 Srednja in efektivna vrednost	II – definirati in izračunati srednjo in efektivno vrednost periodične veličine,
04 Harmonična (sinusna) funkcija	II – napisati časovno funkcijo sinusne veličine, – ločevati med temensko vrednostjo (amplitudo), srednjo vrednostjo in efektivno vrednostjo sinusne veličine, III – določiti iz danega časovnega diagrama periodo, frekvenco, krožno frekvenco (kotno hitrost) in začetni fazni kot;
02 Kompleksni (simbolični) račun	
01 Kompleksna (Gaussova) ravnina	II – predstaviti kompleksno število kot točko in kompleksno veličino kot kazalec (kompleksor) v Gaussovi ravnini, – zapisati kompleksno število v komponentni in eksponentni obliki ter pojasniti, kaj je absolutna vrednost in kaj je argument kompleksnega števila, – zapisati in označiti k danemu kazalcu njegov konjugirani kompleksni kazalec, – izvajati računske operacije s kazalci in predstaviti rezultate v kazalčnem diagramu,
02 Predstavitev sinusnih veličin v kompleksni obliki	II – zapisati iz dane sinusne veličine njej pripadajoči kazalec v komponentni in eksponentni obliki ter ga narisati v kompleksni ravnini, – poiskati kazalcu njegov konjugirani kazalec,

Vsebina, pojmi	Cilji
	– zapisati in narisati iz danega kazalca in frekvence njemu pripadajočo sinusno veličino,
03 Kazalčni diagram	– narisati kazalčni diagram;
03 Napetostno-tokovne razmere na pasivnih elementih	
01 Razmere na upor, kondenzatorju in tuljavi	- I – narisati simbol elementa ter označiti kazalec toka in napetosti, - II – narisati kazalčni diagram napetosti in toka elementa, – narisati časovni diagram toka in napetosti na elementu, – napisati in uporabljati zvezo med kazalcem napetosti in kazalcem toka elementa;
04 Kirchhoffova zakona v kompleksni obliki	
01 Vozliščna (spojiščna) enačba	- II – napisati tokovni zakon vozlišča v kompleksni obliki, - III – uporabljati tokovni zakon vozlišča v kompleksni obliki,
02 Zančna enačba	- II – napisati napetostni zakon zanke v kompleksni obliki, - III – uporabljati napetostni zakon zanke v kompleksni obliki;
05 Pasivna dvopolna vezja	
01 Impedanca in admitanca	- I – definirati impedanco in admitanco pasivnega dvopola, – narisati simbol dvopolnega vezja znane impedance ali admitance ter označiti kazalca toka in napetosti, – zapisati Ohmov zakon za dvopol v kompleksni obliki, - II – napisati izraze za impedanco in admitanco upora, kondenzatorja in tuljave ter narisati kazalce njihovih impedanc in admitanc v kompleksni ravnini, - III – izračunati nadomestno impedanco ali admitanco sestavljenih dvopolnih vezij, – opredeliti značaj kompleksnega bremena, če je znana njegova impedanca ali admitanca;
06 Analiza vezij z največ dvema viroma z uporabo kompleksnega računa	
01 Uporaba Ohmovega in Kirchhoffovih zakonov v kompleksni obliki	- III – zapisati sistem enačb za izračun kazalcev vejnih tokov v vezju, – izračunati kazalce vejnih tokov v vezju z enim ali dvema viroma;
07 Moč bremena	
01 Delovna, jalova in navidezna moč	- II – narisati časovni diagram moči na bremenu, ki ga vzbuja harmonični vir, - II – definirati delovno, jalovo in navidezno moč ter jih izračunati,

Vsebina, pojmi	Cilji
	III – definirati in izračunati faktor delavnosti ($\cos \varphi$),
02 Kompleksna moč	III – definirati kompleksno moč, jo izračunati in narisati v kompleksni ravnini;
08 Bilanca moči v kompleksni obliki	
01 Moči generatorjev in bremen	II – izraziti kompleksno moč posameznih generatorjev in bremen pri označenih kazalcih napetosti in kazalcih tokov v vezju, – pojasniti zvezo med kompleksno močjo virov in kompleksno močjo bremen v vezju,
02 Kompenzacija jalove moči	II – izračunati jalovo moč in kapacitivnost kompenzacijskega kondenzatorja, III – narisati shemo kompenziranega bremena z induktivnim značajem ter narisati kazalčni diagram napetosti, tokov in moči v vezju;
09 Realni elementi	
01 Realna tuljava in realni kondenzator	I – narisati nadomestno vezje realnega elementa, – pojasniti fizikalni pomen elementov nadomestnega vezja, II – predstaviti razmere v kazalčnem diagramu, III – določiti kvaliteto, izgubni faktor in izgubni kot elementa;
10 Resonančni pojav	
01 Resonanca	II – skicirati resonančno krivuljo, opredeliti resonančno frekvenco in pojasniti pomen maksimuma krivulje, – pojasniti energijske razmere,
02 Zaporedni in vzporedni nihajni krog	I – narisati zaporedno in vzporedno resonančno vezje, – napisati izraze za frekvenčno odvisnost toka ali napetosti ter impedance ali admitance, II – narisati resonančno krivuljo toka ali napetosti ter impedance ali admitance, III – izračunati resonančno frekvenco, – izračunati kvaliteto resonančnega vezja, – izračunati pasovno širino.

4.7 Trifazni sistem

Vsebina, pojmi

Cilji

Kandidat zna

01 Osnovni pojmi

- | | |
|-------------------------------|---|
| 01 Simetrični trifazni sistem | I – izraziti medfazne napetosti s faznimi,
II – predstaviti simetrični sistem kot vezje treh generatorjev,
– opredeliti simetrični sistem faznih in medfaznih napetosti ter predstaviti njihove kazalce v kompleksni ravnini, |
| 02 Vezava bremen v zvezdo | I – pojasniti vlogo nevtralnega vodnika pri simetričnem in nesimetričnem bremenu,
II – narisati shemo trifaznega bremena, priključenega na trifazni sistem v vezavi zvezda z nevtralnim vodnikom,
III – izračunati bremenske in linijske toke,
– izračunati tok v nevtralnem vodniku,
– narisati kazalčni diagram tokov in napetosti, |
| 03 Vezava bremen v trikot | II – narisati shemo trifaznega bremena, priključenega na trifazni sistem v vezavi trikot,
– izračunati bremenske in linijske toke, |
| 04 Moč trifaznega bremena | II – izračunati faktor moči simetričnega trifaznega porabnika,
III – izračunati delovno, jalovo in navidezno moč pri bremenu v vezavi zvezda in v vezavi trikot. |

4.8 Prehodni pojavi

Vsebina, pojmi

Cilji

Kandidat zna

01 Prehodni pojav

- | | |
|--|--|
| 01 Fizikalni razlogi prehodnih pojavov | I – opisati naravo prehodnih pojavov,
– opisati in določiti začetno, prehodno in končno stanje,
II – pojasniti vlogo elementov električnih vezij ob prehodnem pojavu,
– določiti časovno konstanto prehodnega pojava, |
| 02 Polnjenje in praznjenje kondenzatorja | II – izračunati trenutno napetost na kondenzatorju,
– izračunati trenutni tok,
– izračunati trenutno energijo v kondenzatorju, |

Vsebina, pojmi	Cilji
03 Polnjenje in praznjenje tuljave	III – napisati in skicirati časovno odvisnost napetosti na kondenzatorju ali drugih veličin v vezju, ko se kondenzator ob preklopu stikala z električno energijo polni ali prazni, II – izračunati trenutni tok skozi tuljavo, – izračunati trenutno napetost na tuljavi, – izračunati trenutno energijo v tuljavi, III – napisati in skicirati časovno odvisnost toka skozi tuljavo ali drugih veličin v vezju, ko se tuljava ob preklopu stikala z magnetno energijo polni ali prazni.

5 PRIMERI NALOG ZA PISNI IZPIT

5.1 Naloga s kratkimi odgovori

Zaporedni nihajni krog je v resonanci. Z osciloskopom smo ugotovili, da se napetost na tuljavi spreminja po enačbi $u_L(t) = 15 \sin \omega t$ V.

Zapišite izraz za trenutno vrednost napetosti na kondenzatorju.

(2 točki)

Rešitve in navodila za ocenjevanje

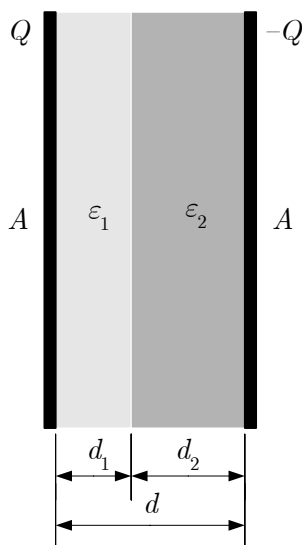
Določitev trenutne napetosti na kondenzatorju

$u_C = -u_L$ 1 točka

$u_C(t) = -15 \sin \omega t$ V 1 točka

5.2 Strukturirana naloga

- 1 Ploščni kondenzator z dvoslojno izolacijo je naelektren z elektrinama $\pm Q$, $Q = 52$ nAs. Površina ene plošče je $A = 2$ dm². Razdalja med ploščama je $d = 1,2$ mm. Debelini dielektrikov sta $d_1 = 0,4$ mm in $d_2 = 0,8$ mm. Relativni dielektričnosti sta $\epsilon_{r1} = 2$ in $\epsilon_{r2} = 4$.



- 1.1 Izračunajte delno kapacitivnost C_1 .

(2 točki)

- 1.2 Izračunajte kapacitivnost C kondenzatorja.

(2 točki)

- 1.3 Izračunajte električno poljsko jakost E_1 v prvem dielektriku.

(2 točki)

- 1.4 Izračunajte debelini dielektrikov, da bo $U_1 = 2U_2$.

(2 točki)

Rešitve in navodila za ocenjevanje

- 1.1 Primer razumemo kot zaporedno vezavo dveh ploščnih kondenzatorjev.
Izračun prve delne kapacitivnosti

$$C_1 = \varepsilon_1 \frac{A}{d_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$C_1 = \varepsilon_{r1}\varepsilon_0 \frac{A}{d_1} = 0,885 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 0,885 \text{ nF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- 1.2 Druga delna kapacitivnost in kapacitivnost C

$$C_2 = \varepsilon_{r2}\varepsilon_0 \frac{A}{d_2} = 0,885 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 0,885 \text{ nF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 0,443 \text{ nF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- 1.3 Električno poljsko jakost E_1 v prvem dielektriku lahko izračunamo na dva načina.

Prvi način

Iz enakosti pretoka med ploščama $Q = C_1 U_1 = C_2 U_2$ sledita

$$U_1 = \frac{Q}{C_1} = 58,7 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

in

$$E_1 = \frac{U_1}{d_1} = \frac{58,7}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 146,7 \text{ kV/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Drugi način

Iz pretoka in gostote električnega pretoka $Q = D_1 A = D_2 A$ sledita

$$D_1 = \frac{Q}{A} = 26 \cdot 10^{-7} \text{ As/m}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

in

$$E_1 = \frac{D_1}{\varepsilon_{r1}\varepsilon_0} = 146,7 \text{ kV/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- 1.4 Izračun debeline dielektrikov

Zaradi $U_1 = 2U_2$ je

$$C_1 = \frac{C_2}{2} \text{ oziroma } \varepsilon_{r1}\varepsilon_0 \frac{A}{d_1} = \varepsilon_{r2}\varepsilon_0 \frac{A}{2d_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

in

$$d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = 0,6 \text{ mm} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

6 SEMINARSKA NALOGA

Seminarska naloga kot notranji del izpita dopolnjuje pisni izpit in omogoča kandidatom osebni pristop k splošni maturi. Naloga naj bo usmerjena ali v poglobitev teoretičnih znanj, ali v laboratorijsko oziroma eksperimentalno delo, ali v reševanje praktičnih elektrotehniških problemov. Kandidatom mora biti dana možnost uporabe metod in postopkov, ki so opredeljeni s cilji v tem katalogu.

Raziskovalna naloga lahko nadomesti seminarsko nalogo v skladu s pravili o priznavanju raziskovalnih nalog, ki jih je sprejela DK SM, in mora ustrezati osnovnim zahtevam za izdelavo seminarske naloge, zapisanih v PIK SM Elektrotehnika.

6.1 Izbor teme in opredelitev problema

Kandidat izbere naslov seminarske naloge s seznama, ki ga je potrdila DK SM. Kandidati ali učitelji, ki kandidate poučujejo in vodijo, lahko predlagajo nove naslove seminarskih nalog. Naslov mora ustrezati ciljem, ki so opredeljeni v tem katalogu. Seminarska naloga mora biti izdelana v skladu s *Pravili za izdelavo seminarske naloge pri splošni maturi*, ki jih sprejme DK SM in so objavljena na spletnih straneh www.ric.si.

6.2 Koraki pri izdelavi

Kandidat prijavi seminarsko nalogo pri učitelju na šoli, kjer opravlja splošno maturo. Izbrani učitelj kandidata vodi pri delu. Pri prvi konzultaciji kandidat predloži učitelju dispozicijo naloge s predlaganimi cilji in opredelitvijo problema ter vsemi ostalimi zahtevanimi elementi. Pri drugi konzultaciji odda delovni osnutek seminarske naloge. Končno obliko seminarske naloge odda do roka, ki je določen s *Koledarjem splošne mature*. Kandidatova dolžnost je, da se seznani s podrobnimi pravili in koledarjem aktivnosti pri izdelavi seminarske naloge.

6.3 Obseg in oblika

Seminarska naloga naj obsega 8 do 10 strani.

Oblika naj bo skladna s pravili oblikovanja tehniških poročil in pripravljena v dogovoru z učiteljem; poleg besedila naj po potrebi vključuje še enačbe, preglednice, slike in diagrame.

6.4 Sestavine

Seminarsko nalogo praviloma sestavljajo:

- naslovna stran s polnimi imeni kandidata, učitelja in šole,
- povzetek in ključne besede,
- kazalo,
- seznam kratic in okrajšav,
- uvod, jedro in zaključek ter
- viri in priloge.

6.5 Navedba literature

Uporabljeni viri morajo biti ustrezno navedeni. Kandidat uporabi enega od uveljavljenih tehniških načinov navajanja.

6.6 Predstavitev in zagovor

Kandidat svojo seminarsko nalogo predstavi in zagovarja pred zainteresiranimi poslušalci (kandidati, dijaki, učitelji ...).

6.7 Učiteljeva pomoč pri izdelavi

Učitelj svetuje kandidatu pri izbiri naslova seminarske naloge in opredelitvi problema, pri pripravi dispozicije, pri pripravi, oblikovanju in izdelavi seminarske naloge ter pri iskanju in navajanju uporabljenih virov in literature, in sicer tako, da se lahko uveljavijo vsa merila ocenjevanja seminarske naloge. Spremlja kandidatovo delo in ima z njim najmanj dve konzultaciji.

7 KANDIDATI S POSEBNIMI POTREBAMI

Z Zakonom o maturi in na njegovi podlagi sprejetimi podzakonskimi akti je določeno, da kandidati opravljajo maturo pod enakimi pogoji. Kandidatom s posebnimi potrebami, ki so bili usmerjeni v izobraževalne programe z odločbo o usmeritvi, v utemeljenih primerih pa tudi drugim kandidatom (poškodba, bolezen), se lahko glede na vrsto in stopnjo primanjkljaja, ovire oziroma motnje prilagodi način opravljanja mature in način ocenjevanja znanja.³

Možne so te prilagoditve:

1. opravljanje mature v dveh delih, v dveh zaporednih izpitnih rokih;
2. podaljšanje časa opravljanja (tudi odmorov; mogočih je več krajših odmorov) in prekinitev izpita splošne mature po potrebi;
3. prilagojena oblika izpitnega gradiva (npr. Braillova pisava, povečava, zapis besedila na zgoščenki, zvočni zapis besedila na zgoščenki ...);
4. poseben prostor;
5. prilagojena delovna površina (dodatna osvetlitev, možnost dviga mize ...);
6. uporaba posebnih pripomočkov (računalnik, Braillov pisalni stroj, ustrezna pisala, folije za pozitivno risanje ...);
7. izpit s pomočnikom (npr. pomočnik bralec, pisar, tolmač v slovenski znakovni jezik, pomočnik za slepe in slabovidne);
8. uporaba računalnika za branje in/ali pisanje;
9. prirejen ustni izpit in izpit slušnega razumevanja (oprostitev, branje z ustnic, prevajanje v slovenski znakovni jezik);
10. prilagojeno ocenjevanje (npr. napake, ki so posledica kandidatove motnje, se ne upoštevajo; pri ocenjevanju zunanji ocenjevalci sodelujejo s strokovnjaki za komunikacijo s kandidati s posebnimi potrebami).

³ Besedilo velja za vse predmete splošne mature in se smiselno uporablja pri posameznem izpitu splošne mature.

8 LITERATURA

Učbeniki in učna sredstva, ki jih je potrdil Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje, so zbrani v Katalogu učbenikov za srednjo šolo in objavljeni na spletni strani Zavoda Republike Slovenije za šolstvo www.zrss.si.

9 DODATEK

9.1 Konstante in enačbe

Elektrina in električni tok

$$e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$Q = (\pm) n e_0$$

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$I = JA$$

$$m = cIt$$

Električno polje

$$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \varepsilon d^2}$$

$$F = QE$$

$$E = \frac{Q}{4\pi \varepsilon r^2}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$U = Ed$$

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$$Q = \sigma A$$

$$D = \varepsilon E = \varepsilon_0 \varepsilon_r E$$

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

$$C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

Enosmerna vezja

$$\sum_k (\pm) I_k = 0$$

$$\sum_m (\pm) U_m = 0$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$GR = 1$$

$$P = UI$$

$$W = Pt$$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{l}{\gamma A}$$

$$\frac{R_{\vartheta}}{R_{20}} = 1 + \alpha (\vartheta - 20 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$\eta = \frac{P_{\text{izh}}}{P_{\text{vh}}}$$

Magnetno polje

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$F = BIl$$

$$F = \frac{B^2 A}{2\mu_0}$$

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

$$B = \frac{\mu I r}{2\pi r_0^2}$$

$$B = \frac{\mu N I}{l}$$

$$\Phi = BA$$

$$\Theta = Hl$$

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H$$

$$R_m = \frac{l}{\mu A}$$

Inducirano električno polje

$$\Psi = N\Phi$$

$$u_i = -\frac{\Delta \Psi}{\Delta t}$$

$$u_i = vBl$$

$$U_m = \omega N \Phi_m$$

$$L = \frac{\Psi}{i}$$

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

$$W = \frac{Li^2}{2}$$

Trifazni sistemi

$$U = \sqrt{3}U_f$$

$$S = \sqrt{3}UI$$

Izmenična električna vezja

$$\omega = 2\pi f$$

$$Tf = 1$$

$$u = U_m \sin(\omega t + \alpha_u)$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \alpha_i)$$

$$\varphi = \alpha_u - \alpha_i$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$$

$$\underline{Y} \underline{Z} = 1$$

$$\underline{Z} = R + jX = Z e^{j\varphi}$$

$$\underline{Y} = G + jB = Y e^{-j\varphi}$$

$$\underline{Z}_R = R$$

$$\underline{Z}_L = j\omega L$$

$$\underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$e^{j\alpha} = \cos \alpha + j \sin \alpha$$

$$\underline{S} = P + jQ = \underline{U} \underline{I}^*$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$Q \tan \delta = 1$$

$$\omega_0^2 LC = 1$$

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR}$$

Prehodni pojavi

$$u = Ri$$

$$u = L \frac{di}{dt}$$

$$i = C \frac{du}{dt}$$

$$u = U(1 - e^{-t/\tau})$$

$$u = U e^{-t/\tau}$$

$$\tau = RC$$

$$i = I(1 - e^{-t/\tau})$$

$$i = I e^{-t/\tau}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Konstante in enačbe so priložene izpitni poli ter jih je treba smiselno uporabljati.

9.2 Magnetilne krivulje

