

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Osnove elektronike	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika i matematika	
Status kolegija	izborni	
Semestar	3.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	5
	Broj sati (P+V+S)	30+20+10
Nositelj kolegija	Izv. prof. dr. sc. Ivna Kavre Piltaver	
Kontakt	ivna.kavre@uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, ured O-118	
Suradnik na kolegiju	/	
Kontakt	/	
Vrijeme i mjesto konzultacija	/	
Jezik izvođenje nastave	hrvatski	
Web stranica kolegija	Portal sustava Merlin (srce.hr)	
Vrijeme i mjesto izvođenja nastave	Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku.	
Izravna (učionička) nastava	P30, V15, S15, 100%	
Virtualna nastava	0 %	
Ispitni rokovi	7. 7. 2027. u 12 h	
	21. 7. 2027. u 12 h	
	8. 9. 2027. u 12 h	
	22. 9. 2027. u 12 h	

OPIS KOLEGIJA	
1.1. Ciljevi kolegija	
Polazeći od temeljnih fizičkih principa i zakona fizike kondenzirane materije, cilj je analitičkim pristupom upoznati studente s građom i funkcijom osnovnih elektroničkih elemenata, sklopova i uređaja te s njihovom primjenom u praksi.	
1.2. Uvjeti za upis kolegija	
Predznanje iz opće fizike (elektromagnetizam, struktura tvari), statističke fizike i moderne fizike (svojstva poluvodiča).	
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij	
Studenti će nakon ispita biti u stanju:	
1) opisati svojstva intrinzičnog i ekstrinzičnog poluvodiča, nastanak pokretnih nosioca naboja s osvrtom na energijske dijagrame 2) opisati i analizirati gibanje nosioca u poluvodiču 3) opisati i analizirati PN spoj u ravnoteži, propusnoj i nepropusnoj polarizaciji te gibanje nosioca naboja s posebnim osvrtom na energijske dijagrame 4) analizirati Zenerovu diodu u funkciji stabilizatora napona te fotodiodu	

- 5) opisati primjenu diode u jednostavnim sklopovima
- 6) opisati građu i funkciju poluvalnog i punovalnog ispravljača te Graetzova spoja
- 7) opisati i analizirati princip rada tranzistora s posebnim osvrtom na energijske dijagrame
- 8) opisati građu i funkciju, karakteristike i režime rada bipolarnog tranzistora
- 9) razlikovati i opisati vrste prednapona
- 10) razlikovati spojeve tranzistora i detaljno opisati emitterski spoj
- 11) opisati emittersko sljedilo i njegovu funkciju
- 12) opisati tranzistorsko pojačalo malih signala i argumentirati uvjete za linearnost pojačanja
- 13) opisati rad unipolarnog tranzistora
- 14) opisati spoj sa zajedničkim uvodom i njegovu funkciju
- 15) opisati sljedilo uvoda i njegovu funkciju
- 16) analizirati operacijsko pojačalo s gledišta njegove građe i funkcije te opisati invertirajući i neinvertirajući krug
- 17) razlikovati pasivne i aktivne niskofrekventne i visokofrekventne filtre te rastumačiti njihovu građu i funkciju u elektroničkim sklopovima
- 18) objasniti kako krugovi s operacijskim pojačalom izvode operacije zbrajanja, logaritmiranja i potenciranja
- 19) analizirati diferencijalno pojačalo s gledišta njegove građe te opisati osnovne elemente diferencijalog pojačala
- 20) opisati građu i princip rada bipolarnog diferencijalnog pojačala
- 21) opisati građu i princip rada unipolarnog diferencijalnog pojačala
- 22) objasniti ulogu povratne veze u različitim elektroničkim krugovima

1.4. Sadržaj kolegija

Na kolegiju Elektronika biti će obrađene sljedeće teme:

Osnove poluvodiča 1
Osnove poluvodiča 2
Dioda i elektronički krugovi s diodom
Bipolarni tranzistori
Pojačala s bipolarnim tranzistorima
MOSFET tranzistori
Pojačala s MOSFET tranzistorima
Operacijsko pojačalo
Diferencijalna pojačala
Analogni filtri, frekvencijske karakteristike pojačala
Povratna veza

1.5. Obvezna literatura

- 1) B. Razavi (2006): Fundamental of microelectronics
- 2) D.L. Eggleston (2011): Basic electronics for scientists and engineers

1.6. Dopunska literatura

- 1) P. Biljanović (2001): Elektronički sklopovi
- 2) P. Biljanović (2001): Mikroelektronika
- 3) P. Biljanović, I. Zulim (1994): Elektronički sklopovi (zbirka zadataka)
- 4) R.L. Boylestad, L. Nashelski (2011): Electronic devices and circuit theory

1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Sustav ocjenjivanja

Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maksimalan broj bodova
Pohađanje nastave	1,5	/
Pismeni kolokviji i kontinuirana provjera znanja	2,0	60
Aktivnosti u nastavi i seminari	0,5	10
Završni ispit (usmeni)	1,0	30
UKUPNO	5	100

Kontinuirana provjera znanja (maksimalno 60 bodova)

Tijekom nastave kolegija na vježbama će biti održana dva kolokvija s numeričkim zadacima (2 x 30 bodova). Uvjet za izlazak na završni ispit je minimalno 30 ostvarenih bodova (od mogućih 60) na kolokvijima s numeričkim zadacima i minimalno 35 ostvarenih bodova (od mogućih 70) tijekom nastave.

Aktivnosti u nastavi i seminari (maksimalno 10 bodova)

Tijekom semestra studenti pišu i izlažu jedan ili više seminara na odabranu i/ili zadanu temu, za koji/e mogu dobiti maksimalno 10 bodova. Broj seminarskih radnji će ovisiti o broju upisanih studenata na kolegij.

Završni ispit (maksimalno 30 bodova)

Student može ostvariti maksimalno 30 bodova. Na završnom (usmenom) ispitu student može dobiti bodove prema sljedećim kriterijima:

- 1 – 7 bodova - zadovoljava minimalne kriterije,
- 8 – 18 bodova - dobar, ali s primjetnim nedostacima,
- 19 – 27 bodova - prosječan, s ponekom greškom,
- 28 – 30 bodova - iznadprosječan, izuzetan odgovor.

KONAČNA OCJENA:

Studenti čiji ukupan zbroj bodova iznosi 49,9 ili manje ocjenskih bodova, nisu zadovoljili, ocjenjuju se ocjenom F i moraju ponovno upisati kolegij.

Konačna ocjena određuje se zbrajanjem bodova prikupljenih u svim elementima koji su se procjenjivali i donosi se prema sljedećim kriterijima:

- Izvrstan (5), A 90 – 100 bodova
- Vrlo dobar (4), B 75 – 89,9 bodova
- Dobar (3), C 60 – 74,9 bodova
- Dovoljan (2), D 50 – 59,9 bodova

1.8. Dodatne informacije

/

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE

Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P1,2	2	Osnove poluvodiča 1
1.	V1	1	Osnove poluvodiča 1
1.	S1	1	Uvodno predavnje. Dogovor o temi za seminar

2.	P3,4	2	Osnove poluvodiča 2
2.	V2,3	2	Osnove poluvodiča 2
3.	P5,6	2	Dioda i elektronički krugovi s diodom
3.	V4,5	2	Dioda i elektronički krugovi s diodom
4.	P7,8	2	Bipolarni tranzistori
4.	V6,7	2	Bipolarni tranzistori
5.	P9,10	2	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (1. dio)
5.	V8	1	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (1. dio)
5.	S2	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme Pojačala s bipolarnim tranzistorima 1
6.	P11,12	2	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (2. dio)
6.	V9	1	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (2. dio)
6.	S3	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme Pojačala s bipolarnim tranzistorima 2
7.	P13,14	2	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (3. dio)
7.	V10	1	Pojačala s bipolarnim tranzistorima (3. dio)
7.	S4	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme Pojačala s bipolarnim tranzistorima 3
8.	V11,12	2	Prvi kolokvij
8.	S5,6	2	Predaja seminarskih radova. Izlaganje
9.	P15,16	2	MOSFET tranzistori
9.	V13	1	MOSFET tranzistori
9.	S7	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme MOSFET tranzistori
10.	P17,18	2	Pojačala s MOSFET tranzistorima
10.	V14	1	Pojačala s MOSFET tranzistorima
10.	S8	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme Pojačala s MOSFET tranzistorima
11.	P19,20	2	Operacijsko pojačalo
11.	V15	1	Operacijsko pojačalo
11.	S9	1	Analiza i detaljno objašnjenje odabranih problemskih zadataka iz teme Operacijsko pojačalo
12.	P21,22	2	Bipolarna diferencijalna pojačala
12.	V16,17	2	Bipolarna diferencijalna pojačala
13.	P23,24	2	Unipolarna diferencijalna pojačala
13.	V18,19	2	Unipolarna diferencijalna pojačala
14.	P25,26	2	Povratna veza
14.	V20	1	Drugi kolokvij
14.	S10	1	Predaja seminarskih radova. Izlaganje
15.	P27-30	4	Pregled svih obrađenih tema i dodatni primjeri

*Napomena: navesti ukoliko se određeni sat/tema izvodi online

KONSTRUKTIVNO POVEZIVANJE			
ISHODI UČENJA	SADRŽAJ	AKTIVNOSTI ZA NASTAVNIKE I STUDENTE (metode poučavanja i učenja)	METODE VREDNOVANJA
1) opisati svojstva intrinzičnog i ekstrinzičnog poluvodiča, nastanak pokretnih nosioca naboja s osvrtom na energijske dijagrame	Kovaletna veza. Toplinsko pobuđivanje i rekombinacija. Intrinzična vodljivost. Određivanje Fermijeve energije intrinzičnog poluvodiča. Intrinzična gustoća elektrona i šupljina u poluvodiču. Dopiranje poluvodiča (n-tip i p-tip poluvodiča). Fermijevi nivoi u dopiranom poluvodiču	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
2) opisati i analizirati gibanje nosioca u poluvodiču	Vođenje struje u poluvodičima. Driftno gibanje nosilaca naboja. Difuzijsko gibanje nosioca naboja.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
3) opisati i analizirati PN spoj u ravnoteži, propusnoj i nepropusnoj polarizaciji te gibanje nosioca naboja s posebnim osvrtom na energijske dijagrame	PN spoj. PN spoj u ravnoteži. PN spoj u ravnoteži – pojasni dijagram i kontaktni potencijal. PN spoj – nepropusna i propusna polarizacija. Pojasni dijagrami u polariziranom PN spoju.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
4) analizirati Zenerovu diodu u funkciji stabilizatora napona te fotodiodu	Zenerova dioda. Fotodioda.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja)

			Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
5) opisati primjenu diode u jednostavnim sklopovima	Primjene diode. Dioda kao ispravljač napona. Rezanje signala.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
6) opisati građu i funkciju poluvalnog i punovalnog ispravljača te Graetzova spoja	Poluvalni ispravljač. Valovitost. Maksimalna vrijednost struje. Punovalni ispravljač. Izgladivanje signala. Graetzov spoj.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
7) opisati i analizirati princip rada tranzistora s posebnim osvrtom na energijske dijagrame	Bipolarni tranzistori. PNP i NPN spoj. Rad bipolarnog NPN tranzistora u NAP.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
8) opisati građu i funkciju, karakteristike i režime rada bipolarnog tranzistora	Karakteristike tranzistora. Ulazne karakteristike. Izlazne karakteristike. Povratne karakteristike. Prijenosne karakteristike. I/V karakteristike. Transkonduktancija. Bipolarni tranzistor – područje rada. Earlyev efekt. Model velikih i malih signala.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)

9) razlikovati i opisati vrste prednapona	Prednapon. Jednostavan prednapon. Prednapon s djeliteljem napona. Prednapon s emitterskom degeneracijom. Samoregulirajući prednapon.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
10) razlikovati spojeve tranzistora i detaljno opisati emitterski spoj	Topologije bipolarnih pojačala. Spoj sa zajedničkim emiterom (ulazno/izlazne impedancije, Earlyev efekt). Emitterski spoj s degeneracijom.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
11) opisati emittersko sljedilo i njegovu funkciju	Emittersko sljedilo (spoj sa zajedničkim kolektorom). Ulazno/izlazne impedancije. Earlyev efekt.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
12) opisati tranzistorsko pojačalo malih signala i argumentirati uvjete za linearnost pojačanja	Nestabilizirano pojačalo. Izbor radne točke. Uloga kondenzatora. Stabilizirano pojačalo.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
13) opisati rad unipolarnog tranzistora	Struktura unipolarnog tranzistora (MOSFET). Rad MOSFET-a. Vodljivi kanal. Prekidanje vodljivog kanala. I/V karakteristika. Modulacija duljine	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit)

	kanala. Transkonduktancija.		Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
14) opisati spoj sa zajedničkim uvodom i njegovu funkciju	Prednaponi. Spoj sa zajedničkim uvodom (CS spoj). CS spoj s opterećenjem. CS spoj s degeneracijom.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
15) opisati slijedilo uvoda i njegovu funkciju	Slijedilo uvoda (source follower). Izlazna impedancija. Slijedilo uvoda s prednaponom.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
16) analizirati operacijsko pojačalo s gledišta njegove građe i funkcije te opisati invertirajući i neinvertirajući krug	Općenito o operacijskom pojačalu (OP). Ulazno/izlazna karakteristika OP. Karakteristike idealnog OP. Invertirajuće pojačalo (idealno i realno). Neinvertirajuće pojačalo (idealno i realno).	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
17) razlikovati pasivne i aktivne niskofrekventne i visokofrekventne filtre te rastumačiti njihovu građu i funkciju u elektroničkim sklopovima	Niskofrekventni filter. Visokofrekventni filter. Integrator. Derivator.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)

18) objasniti kako krugovi s operacijskim pojačalom izvode operacije zbrajanja, logaritmiranja, potenciranja	Sumator napona. Logaritamsko pojačalo. Pojačalo kvadratnog korijena.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
19) analizirati diferencijalno pojačalo s gledišta njegove građe te opisati osnovne elemente diferencijalog pojačala	Diferencijalni signali. Diferencijalni parovi.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
20) opisati građu i princip rada bipolarnog diferencijalnog pojačala	Bipolarni diferencijalni par. Analiza velikih signala. Analiza malih signala.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
21) opisati građu i princip rada unipolarnog diferencijalnog pojačala	Unipolarni diferencijalni par. Analiza velikih signala. Analiza malih signala.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
22) objasniti ulogu povratne veze u različitim elektroničkim krugovima	Stabilna i labilna ravnoteža. Model povratne veze neinvertirajućeg pojačala. Povratna veza slijedila napona. Negativna povratna	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (zadatci za vježbu, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit)

	veza. Svojstva negativne povratne veze. Pojačanje petlje.		Analiza studentskih izvješća (pisana seminarska radnja) Vrednovanje prezentacije postera (izlaganje seminarske radnje)
--	---	--	---