

RTU studiju kurss "5G bezvadu tehnoloģijas"**33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte****Vispārējā informācija**

Kods	DE0118
Nosaukums	5G bezvadu tehnoloģijas
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītspēks	Deniss Kolosovs - Doktors, Vadošais pētnieks (pēcdok.)
Mācītspēks	Artūrs Āboltiņš - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 4.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss sniedz teorētiskās zināšanas par ciparu sakaru sistēmas darbības principiem. Tās galvenās funkcionālās daļas tiek izskatītas uz kvadrātūrās amplitūdas modulācijas bāzes. Īpaša uzmanība tiek pievērsta dinamiskajām ķēdēm un sinhronizācijas procesos modēm, kā arī daudzu ceļu izplatīšanai. Studiju kursa otrā daļa veltīta daudzu nesēju modulācijas shēmām un daudzu antenu sistēmām.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt teorētiskās zināšanas par mūsdienu mobilo sakaru sistēmu darbības pamatprincipiem, to parametriem un funkcionēšanai izmantotajām struktūrām. Studiju kursa uzdevumi: - pilnveidot zināšanas par kvadrātūrās amplitūdas modulācijas komunikācijas sistēmas modeli; - sniegt zināšanas par radio signāla iespējamiem kropļojumu cēloņiem un to kompensācijas iespējām; - iepazīstināt ar dinamisko sistēmu izstrādes principiem; - pilnveidot priekšstatus par radio viļņu izplatīšanos un antenu sistēmu izmantošanas iespējām mobilajos sakaros; - veicināt prasmju attīstību daudzu ieeju un daudzu izeju sakaru sistēmu plānošanā, teorētisko modeļu izstrādē un simulācijā.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Lekcijas materiālu lasīšana, izvedumu un pierādījumu atkārtošana, prezentācijās doto uzdevumu risināšana. Mājas darbu ietvaros jāpielieto teorētiskās zināšanas komunikāciju sistēmas atsevišķo bloku realizācijai Matlab vidē.
Literatūra	Obligātā/Obligatory: Beķeris, Elmārs,. Signālu teorijas pamati : mācību grāmata /E. Beķeris ; Rīgas Tehniskā universitāte. Elektronikas pamatu katedra. Rīga : RTU Izdevniecība, 2010., 229 lpp. Zelēnkovs, Alberts,. Informācijas pārraides un ciparu sakaru sistēmu pamati : mācību grāmata /Alberts Zelēnkovs ; Rīgas Tehniskā universitāte. Transporta elektronikas un telemātikas katedra. Rīga : RTU Izdevniecība, 2008., 253 lpp. Proakis, John G., Digital communications / John G. Proakis, Masoud Salehi. Boston : McGraw-Hill, 2008., xviii, 1150 lpp. Balodis G., Mobilie sakari Lekciju konspekts Rīga RTU izdevniecība 2013 218 lpp. Papildu/Additional: Akaiwa Y.. Introduction to Digital Mobile Communication 2nd ed. 2015 J.Wiley & Sons Bogucka H., Kliks A. and Kryszkiewicz P.. Advanced Multicarrier Technologies for Future Radio Communication 5G and Beyond, 1st ed. 2017 J.Wiley & Sons Catedra M.F.. Cell Planning for Wireless Communications Artech House 1999 Correia L.M.. Mobile Broadband Multimedia Networks Elsevier 2006 Haslett Ch. Essentials of Radio Wave Propagation Cambridge university press, 2008 Jerry C. Whitaker. Standard Handbook of Broadcast Engineering McGraw-Hill, 2003 Rodriguez J.. Fundamentals of 5G Mobile Networks 1st ed © 2015 John Wiley & Sons Yang Sh.. Fifty Years of MIMO Detection The Road to Large-Scale MIMO's IEEE COMMUNICATION SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 17, NO. 4, 2015 Keysight Technologies. Examining the Challenges in Implementing and Testing Massive MIMO for 5G Application Note www.keysight.com/find/5G-insight 2016 Wanshi Chen, Peter Gaal, Juan Montojo, Haris Zisimopoulos, Fundamentals of 5G Communications: Connectivity for Enhanced Mobile Broadband and Beyond McGraw Hill; 1st edition, 2021 (624 p.)
Nepieciešamās priekšzināšanas	Fizika, matemātika, elektrodinamika, signālu apstrādes un radio uztvērēju uzbūves pamati, pieredze Matlab programmēšanā.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienē studijas		Nepilna laika neklātienē studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Radiosakaru pamati. Sakaru sistēmu uzbūves arhitektūras. Raidītāju un uztvērēju parametri.	2	3	0	0
Kvadrātūrās modulācijas pamati. Kompleksās pamatjostas koncepcija.	4	6	0	0
Signāla laika-frekvenču parametru sakarības. Starpsimbolu interference. Impulsu formējošais filtrs. viļņu izplatīšanās un traucējumi dažādos frekvenču diapazonos.	2	3	0	0
QAM signāla lineārie un nelineārie kropļojumi, to kompensācijas iespējas.	4	6	0	0
Dinamisko sistēmu izstrādes pamati. Automātiskā pastiprinājuma regulācija.	2	3	0	0

Sinhronizācijas principi. Simbolu sekošanas frekvences atjaunošana uztvērējā.	2	3	0	0
Koherenta uztvere. Nesējfrekvences atjaunošana. PLL. Fāzes troksnis.	2	3	0	0
Daudzceļu radio viļņu izplatīšanās. Ātrie un lēnie pāmīrumi. Daudzceļu kanālu modeļi.	2	3	0	0
Signāla izlīdzināšana. Dinamiskais ekvalaizers. Aklā izlīdzināšana.	2	3	0	0
Informācijas teorijas pamati. Entropija. Optimālā uztvere. Traucējumnoturība.	2	3	0	0
Šenona robeža. Kļūdu labojošie kodi. Bloku kodi. Konvolūcijas kodi.	4	6	0	0
Daudzu ceļu sistēmas. Dinamiskās adaptācijas iespējas	4	6	0	0
Ortogonalu frekvenču multipleksēšana. Filtru bankas.	2	3	0	0
Radio viļņu izstarošana un izplatīšana. Elektriskais dipols.	2	3	0	0
Starotāju sistēmas. Fāzēts antenu režģis.	4	6	0	0
Masīvās daudzieveju un daudzizeju sistēmas koncepcija.	2	3	0	0
Radio sakaru attīstības iespējas. 5G un 6G standarti.	2	3	0	0
Darbu aizstāvēšana.	4	6	0	0
Kopā:	48	72	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Pārzina radio sistēmu izstrādes pamatprincipus, spēj orientēties raidītāja un uztvērēja parametros.	Eksāmena uzdevumi, testi lekcijas laikā.
Zina kvadrātūrās amplitūdas modulācijas īpašības un spēj novērtēt implementācijas priekšrocības un trūkumus.	Eksāmena uzdevumi, mājas darbs, testi lekcijas laikā.
Spēj konstatēt kropļojumu klātbūtni QAM signālā un secināt par tā iespējamo cēloni.	Eksāmena uzdevumi, testi lekcijas laikā.
Spēj izprojektēt dinamiskās kompensācijas sistēmas teorētisko modeli.	Eksāmena uzdevumi, mājas darbs.
Pārzina pāmīrumu tipus, to cēloņus un ir spējīgs izvēlēties tiem atbilstošu modeli.	Eksāmena uzdevumi, mājas darbs.
Spēj orientēties 5G izmantotajās modulācijas shēmās.	Eksāmena uzdevumi.
Pārzina masīvo daudzu ieeju un daudzu izeju sistēmu darbības principus.	Eksāmena uzdevumi, mājas darbs.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Testa uzdevumu vidējais vērtējums	20
Mājas darbu vidējais vērtējums	30
Eksāmena atzīme	50
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	4.0	48.0	0.0	0.0		*	