

Seznam literature s področja elektronike v avtomatiki

Zadnja sprememba dne 11. 4. 2012

Vljudno vabljeni s svojimi predlogi ([bostjan.murovec@fe.uni-lj.si](mailto:bostjan.murovec@fe.uni-lj.si)).

Vsak predlog ima v oklepaju napisanega predlagatelja.

1. P. Horowitz, W. Hill: *The Art of Electronics* (2<sup>nd</sup> edition), Cambridge University Press, 1989-2001 (vse samo ponatisi),

T. Hayes, P. Horowitz: *Students manual for The Art of Electronics*, Cambridge University Press, 1989.

Tematika obsega ogromno poglavij elektronike, od samih tranzistorjev in operacijskih ojačevalnikov do oscilatorjev, filtrov, močnostnih ojačevalnikov, precizijskih, nizkošumnih in visokofrekvenčnih vezij, digitalne elektronike in sensorike. Zaradi tega knjiga, kolikor je že debela, ne more pokriti vseh teh tematik zadovoljivo. Poleg tega knjiga postaja nekoliko zastarela (zadnja sprememba 1989), vendar kljub vsemu vsebuje ogromno aplikativnega znanja, ki bo aktualno še desetletja. Če bi imel na izbiro samo eno knjigo o elektroniki, bi se odločil zanjo.

2. A. Sedra, K. Smith: *Microelectronic Circuits* (5<sup>th</sup> edition), Oxford University Press, 2004 in P. Gray, ..., R. Meyer: *Analysis and design of analog integrated circuits* (4<sup>th</sup> edition), John Wiley & Sons, 2001.

Knjigi se dosti prekrivata in tudi medsebojno citirata, vendar je obe vredno prebrati. Izvemo ogromno o tranzistorskih vezjih in čeprav se z diskretnimi tranzistorji sedaj praktično ne ukvarjamo več, razen pri močnostnih ojačevalnikih, nam ta snov da neverjetno bogat vpogled v delovanje in omejitve analognih integriranih vezij. Zakaj niso operacijski ojačevalniki drugačni/boljši, zakaj so podvrženi znanim omejitvam? Brez tega znanja vam je skrit čudovit svet podoceanskega elektronskega življenja, če smemo tako karikirati.

3. S. Burns, P. Bond: *Principles of electronic circuits*, PWS Publishing Company, 1997.

Izredno dostopna in bogato ilustrirana diodna in tranzistorska vezja ter osnove operacijskih ojačevalnikov. Priporočam kot paralelno branje knjigama pod predhodno točko.

4. **D. Self: Audio Power Amplifiers (2nd edition), Newnes, 2000.**

**D. Self: Audio Power Amplifier Design Handbook (4th edition), Newnes, 2006.**

Knjigi nista ravno pisani na kožo avtomatikom, meni osebno pa sta vseeno zanimivi za razširjanje splošne izobrazbe. Veliko izvemo o popačenjih vezij in vzrokih za nekakovostno reprodukcijo zvoka ter spoznamo na desetine prijemov za manjšanje teh parazitnih učinkov. Knjigi sta še posebej priporočljivo branje za vse audio-holike, ki verjamejo v dokaj zakoreninjeno mitologijo s tega področja (vrhunske audio ojačevalnike lahko naredimo samo z lampami in ne s tranzistorji, klasični gramofoni imajo boljši zvok od CDjev/DVDjev itd).

5. **P. Starič, E. Margan: Wideband Amplifiers, Springer, 2006 (reprint 2007).**

Dokaj zahtevna knjiga o frekvenčnih odzivih tranzistorskih vezij. Priporočam za specializacijo iz področja višjefrekvenčnih tranzistorskih vezij.

6. **W. Jung: Op Amp Application Handbook (Analog Devices), Newnes, 2006,**

**W. Kester: The Data Conversion Handbook (Analog Devices), Newnes, 2005,**

**H. Zumbahlen: Linear Circuit Handbook (Analog Devices), Newnes, 2008.**

Komplet treh knjig, pisanih na kožo avtomatikom. Kot povedo naslovi, se tematika giblje med operacijskimi ojačevalniki in A/D pretvorniki. Opisano je mnogo neidealnosti skupaj s pogostimi prijemi reševanja teh problemov. Na trenutke so knjige skoraj neokusna propaganda za produkte firme Analog Devices, kar je razumljivo glede na njihovo poreklo, vseeno pa v njih najdemo ogromno splošnega znanja, ki je uporabno in direktno prenosljivo na produkte kateregakoli proizvajalca operacijskih ojačevalnikov, A/D pretvornikov in sorodnih vezij.

Prvi dve knjigi sta prosto dostopni v PDF obliki na:

[http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-05/op\\_amp\\_applications\\_handbook.html](http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-05/op_amp_applications_handbook.html)

in

[http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-06/data\\_conversion\\_handbook.html](http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-06/data_conversion_handbook.html).

7. **C. Kitchin, L. Counts: A Designer's guide to Instrumentation Amplifiers, Analog Devices, 2006.**

Instrumentacijski ojačevalniki so nepogrešljivi del elektronike v avtomatiki, saj je brez njih zajem mnogih senzorskih signalov vsaj neroden če že ne povsem nepraktičen. Knjiga je prosto dostopna v PDF obliki na:

<http://www.analog.com/static/imported->

[files/design\\_handbooks/5812756674312778737Complete\\_In\\_Amp.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/design_handbooks/5812756674312778737Complete_In_Amp.pdf).

8. W. Kester: High Speed Design Techniques, Analog Devices, 1996,  
W. Kester: Practical Design Techniques for Power and Thermal Management, Analog Devices, 1998,  
W. Kester: Mixed-Signal and DSP Design Techniques, Analog Devices, 2000,  
W. Kester (mislim): Practical Analog Design Techniques, ?.  
W. Kester (mislim): Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning, Analog Devices, ?  
Serija knjig o analognem prenosu in obdelavi senzorskih signalov, izrazito praktično naravnana besedila. Dosti prekrivanja snovi. Vse knjige so bile včasih prosto dostopne v PDF obliki, sedaj pa gre trend očitno v plačljivost. Dve sta še vedno prosti, zato pohitite, dokler se to ne spremeni ☺  
([http://sylvain.larribe.free.fr/livres/PDF/AnalogDevices/AD\\_Practical%20Analog%20Design%20Techniques.pdf](http://sylvain.larribe.free.fr/livres/PDF/AnalogDevices/AD_Practical%20Analog%20Design%20Techniques.pdf), <http://www.scribd.com/doc/7274187/Practical-Design-Techniques-for-Sensor-Signal-Conditioning-Analog-Devices>).
9. R. Mancini: Op Amps for Everyone, Texas Instruments, 2002.  
Da ne propagiramo samo Analog Devices, je vsekakor potrebno omeniti, da ima tudi Texas Instruments bogato prosto dostopno knjižnico literature o analogni elektroniki. Pričujoča knjiga, ki je prosto dostopna v PDF obliki na <http://focus.ti.com/lit/an/slod006b/slod006b.pdf>, nudi veliko praktičnih nasvetov o operacijskih ojačevalnikih in ni niti vrh ledene gore TI vsebin.
10. R. Schaumann, M. Valkenburg: Design of analog filters, Oxford University Press, 2001.  
Analogni filtri so nujno poglavje, če želite narediti karkoli resnega v elektroniki (pri A/D pretvorbi je treba izfiltrirati harmonske komponente signala nad polovično frekvenco vzorčenja, kar se ne da narediti z digitalnimi filtri). Analogni filtri so fascinantno področje, ki ga ta knjiga izredno lepo pokrije, napisana je vrhunsko didaktično, ideje so predstavljene počasi, natančno in sistematično.
11. J. Graeme: Optimizing op amp performance, McGraw-Hill, 1997,  
J. Graeme: Photodiode amplifiers: op amp solutions, McGraw-Hill, 1995.  
J. Graeme: Amplifier Applications of op amps, McGraw-Hill, 1999.  
Tri odlične knjige. Prva govori o vezjih z operacijskimi ojačevalniki na splošno, druga je povsem usmerjena v merjenje osvetljenosti s fotodiodami, tretja pa se posveča detajlom raznih ojačevalnih sistemov (napetostni in tokovni ojačevalniki, transimpedančni in transkonduktančni ojačevalniki, odštevalniki in instrumentacijski ojačevalniki, uporaba dveh operacijskih ojačevalnikov znotraj zaprte zanke in še več). Vse tri knjige nam neverjetno razširijo obzorja operacijskih ojačevalnikov, teorija ni sama sebi namen ampak je orodje prakse. Take knjige vam tudi razkrijejo, zakaj so osnove linearnih vezij, RC in CR členi ter Bodejevimi diagrami tako pomembni za nadaljnji uspešen študij elektronike.

12. J. Dostal. *Operational Amplifiers (2nd edition)*, Butterworth-Heinemann, 1993.

Izredno sistematična in poglobljena knjiga o operacijskih ojačevalnikih in vplivih njihovih neidealnih lastnosti na delovanje vezij. Resnično ena najboljših osnovnih referenc o razliki med pravljicami in realnostjo teh gradnikov. Še posebej opozarjamo na sedmo poglavje, katerega vsebino izredno težko najdemo drugje v literaturi, obravnavano tako sistematično, je pa vitalnega pomena za načrtovanje hitrih AD in DA sistemov.

13. P. Hobbes: *Building Electro-Optical Systems: Making It All Work*, Wiley-Interscience, 2000.

Ko smo že pri fotodiodnih ojačevalnikih, še ena izredno kompletna in poglobljena knjiga na to temo. V njej najdemo vse od elektronike za zajem signalov fotodiod do komponent, kot so laserske diode in leče, pa nekaj teorije valovanja.

14. H. Ott: *Noise reduction techniques in electronic systems (2nd edition)*, Wiley-Interscience, 1988,  
R. Morrison, *Grounding and shielding techniques*, Wiley-Interscience, 1988.

Odlični knjigi o tem, zakaj elektronski projekti ne delujejo v praksi tako kot na papirju. Ogromno se naučimo o neidealnostih in kako stvari tudi v praksi pravilno realizirati, da so čim manj podvržene šumu in motnjam iz okolice.

15. H. Johnson, M. Graham: *High-speed digital design: a handbook of black magic*, Prentice Hall PTR, 1993,

H. Johnson: *High-speed signal propagation : advanced black magic*, Prentice Hall PTR, 2003.

Spet čudoviti svet realnega (neidealnega) prenosa signalov med elektronskimi elementi in po tiskanih vezjih. Ogromno izvemo, kako se pravilno napelje povezave, napajalne linije in mase ter zakaj stvari tako oscilirajo na naših laboratorijskih vajah, kjer imamo na mizah sračje gnezdo. S takimi knjigami spoznamo, kako bogata in pestra je praksa elektronike; čisto nekaj drugega od gole teorije vezij, kjer je vse idealno.

16. R. Pease: *Analog Circuits*, Newnes, 2008,

D. Ashby, ..., B. Zeidman: *Circuit Design*, Newnes, 2008,

R. Pease: *Troubleshooting Analog Circuits*, Butterworth-Heinemann, 1991.

Tri knjige praktikov za praktike. Veliko nasvetov, ki jih teoretične knjige ne zajemajo, v praksi pa pomenijo razliko med delovanjem in propadom vezja.

17. L. Harrison: *Current Sources & Voltage References*, Newnes, 2005.

Referenčne napetosti in tokovi so v avtomatiki in merilnih sistemih nepogrešljiv sestavni del elektronike. Knjiga razkriva ozadje izjemnih lastnosti komercialno dostopnih referenc in je s tem zanimiva za razširjanje znanja ter razumevanja lastnosti monolitno izvedenih gradnikov, torej to, kar navadno samo kupimo in priklopimo, ne da bi dosti razmišljali o notranjosti črnih škatel.

18. D. Feucht: Analog Circuit Design, SciTech Publishing, 2009.

Komplet štirih knjig (Amplifier Circuits, Dynamic Circuit Response, High-Performance Amplifiers, Signal-Processing Circuits), napisanih s strani bivšega Tektronix inženirja. V osnovi izrazito praktično orientirane, vendar je analiza vezij podkrepjena z veliko teorije. Toplo priporočamo študentom FE, ki živijo v prepričanju, da je teorija nepotrebna za načrtovanje vrhunskih elektronskih vezij.

19. C. Toumazou: Trade-offs in analog circuit design : the designer's companion, Kluwer Academic, 2002.

Obvezna knjiga za pravilno konceptualno dojetje elektronike kot množice kompromisov, kar dejansko je (tako kot celotna tehnika). Nazorna razlaga, kaj in kako zavira izboljšave vezij ter zakaj se v zadnjih petdesetih letih analogni instrumenti niso bistveno pocenili, podobno kot so se digitalna vezja (osebni računalniki).

20. D. Griffiths: Introduction to electrodynamics (3rd edition), Benjamin Cummings, 1999.

S. Ramo, ..., T. Duzer: Fields and Waves in Communication Electronics (3rd edition), John Wiley & Sons, 1994.

Teorija elektromagnetike je nujno potrebna za razumevanje visokofrekvenčnih pojavov. Knjigi nimata neposredne uporabe v nizkofrekvenčni elektroniki avtomatike, vendar brez poglobljenega znanja električnega in magnetnega polja ter elektrodinamičnih pojavov prej ali pozneje naletimo na oviro tudi pri elektroniki avtomatike, saj so motnje pogosto visokofrekvenčne. Npr. šesto poglavje predhodno omenjene knjige H. Ott: **Noise reduction techniques in electronic systems**, govori o bližnjem (near) in daljnem (far) polju, kar sta dva pojma, ki ju osnove elektrotehnike ne pokrivajo. Knjiga ni za začetno učenje analogne elektronike, ampak zgolj za resnično poglobljeno razumevanje višjefrekvenčnih ELMG pojavov, ki se na razne načine odražajo v elektroniki.

21. T. Kenjo: Stepping Motors and Their Microprocessor Controls, Clarendon Press, 1994,

A. Stiffler: Design With Microprocessors for Mechanical Engineering, McGraw-Hill, 1992.

Knjigi razkrijeta osnovne principe priklopa na- in krmiljenja električnih motorjev z- digitalnimi vezji. Aplikacije in primeri so narejeni okoli zastarelih mikroprocesorjev, analogna znanja in tudi digitalni prenosljivi koncepti pa so še vedno aktualni (čeprav sta knjigi orientirani izrazito na bipolarne tranzistorje, ki jih v zadnjem času na tem področju izpodrivajo FET tranzistorji).

22. R. T. Floyd: Digital Fundamentals, Prentice Hall, 1997 in

R. Thompson: Digital Electronics, A Simplified Approach, Prentice Hall, 2000.

Danes izključno analognih vezij in sistemov ni več. Vsako stvar povezujemo z računalniki, tako da solidno poznavanje osnov digitalne tehnike spada v splošno izobrazbo analognih elektronikov. Obe navedeni knjigi nas jasno in nazorno vpeljeta v digitalno tehniko in razčistita osnovne pojme, kot so logična vrata, flip-flopi, števcji, registri, binarne funkcije in njihova optimizacija ter binarno predstavljena števila in operacije nad njimi.

23. R. H. Messmer: *The Indispensable PC Hardware Book (4th edition)*, Addison-Wesley, 2001.

Ko vemo vse o principih analogne in digitalne elektronike, se pričnemo spraševati, kako je narejen osebni računalnik, kako priklopiti našo napravo na razna vodila v računalniku in podobno. Odgovor je v tej knjigi.

24. A. Budak: *Passive and Active Network Analysis and Synthesis*, Waveland Press, 1991 (reprint iz leta 1974).

Knjiga o poglobljeni teoriji RLC vezij v kombinaciji z operacijskimi ojačevalniki. Razkriva nam fascinanten svet frekvenčno odvisnega delovanja vezij z operacijskimi ojačevalniki.

25. N. Nise: *control Systems Engineering (3rd edition)*, John Wiley & Sons, 2000.

Vsak pravi avtomatik obožuje knjige o Laplace-ovi transformaciji, prostoru stanj, časovnem odzivu dinamičnih sistemov, njihovi stabilnosti in frekvenčnem odzivu. Ta znanja potrebujemo tudi pri poglobljeni študiji RLC vezij (predhodna knjiga) in razumevanju frekvenčnih kompenzacij vezij z operacijskimi ojačevalniki. Vsekakor je znanja, kot so diagram lege korenov, Bodejev diagram in na splošno celotna teorija vodenja, dobro osvojiti čim prej, saj so potrebna za uspešen študij mnogih predhodno navedenih knjig. Omenjena knjiga predstavi celotno osnovno regulacijsko teorijo počasi, sistematično in bogato ilustrirano.

26. T. Kordyban: *Hot Air Rises and Heat Sinks – Everything You Know About Cooling Electronics Is Wrong*, ASME Press, 1998.

Temperatura je v elektroniki izredno pomembna in tipično podcenjevana fizikalna veličina. Pričujoča knjiga nam v obliki humornih a resničnih življenskih zgodb na izjemno poljuden način predstavi glavne napake inženirjev elektronike na tem področju. Obvezno branje, primerno tudi za na plažo namesto križank.

27. A. Peterson, G. Durgin: *Transient Signals on Transmission Lines: An Introduction to Non-Ideal Effects and Signal Integrity...*, Morgan & Claypool, 2009.

Knjiga nam ob redukciji matematike na teoretični minimum razkrije, zakaj in kako nam dolge povezave in kabli popačijo signal. Obvezno branje, saj vsak študent že na naših vajah spozna, da se tudi pri izrazito nizkofrekvenčnih vezjih pri pravokotnih signalih pojavljajo na osciloskopih nepričakovani prehodni pojavi v obliki oscilatornih prenihavanj in podobno.

Poleg knjig so zelo pomemben vir znanja elektronske knjižnice proizvajalcev elektronskih komponent in ostalih organizacij. Največ aplikativnega znanja je ravno v teh virih, pri čemer te vsebine ali manjkajo v knjigah, ali pa so obravnavane manj natančno in redkeje. Najvažnejši viri, ki jih osebno uporabljam (Boštjan Murovec), so:

- a. Analog Devices ([www.analog.com](http://www.analog.com)) – Technical Documentation (<http://www.analog.com/en/technical-documentation/resources/index.html>). V zvezi z elektroniko v avtomatiki je zlasti relevantna sekcija Analog Dialogue (<http://www.analog.com/library/analogDialogue>) in njena podsekcija Ask The Applications Engineers (<http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives.html#ask>). Te sekcije vsebujejo ozko usmerjene članke, ki rešujejo točno določen analogni problem. Primer članka, ki govori o možni nestabilnosti operacijskega ojačevalnika zaradi kapacitivne obremenitve: <http://www.analog.com/library/analogDialogue/cd/vol38n2.pdf#page=9>. Tehnični podatki produktov, npr. Kategorija »Amplifiers and comparators« (<http://www.analog.com/en/amplifiers-and-comparators/products/index.html>), v kateri najdemo specifikacije operacijskih ojačevalnikov (npr. <http://www.analog.com/en/amplifiers-and-comparators/operational-amplifiers-ops/amps/op177/products/product.html>).
- b. Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)) – Design Support ([http://focus.ti.com/general/docs/dsnuprt.tsp?DCMP=TIHomeTracking&HQS=Other+OT+home\\_d\\_allsupport](http://focus.ti.com/general/docs/dsnuprt.tsp?DCMP=TIHomeTracking&HQS=Other+OT+home_d_allsupport)). Za elektroniko v avtomatiki je npr. pomembna sekcija »Analog & Mixed Signal« ali »Amplifiers and Linear«. Primer prispevka: <http://focus.ti.com/lit/an/slva043b/slva043b.pdf>. Primer specifikacije elementa: <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/opa2604.html> oziroma <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/opa2604.pdf>.
- c. National Semiconductors ([www.national.com](http://www.national.com)) – On Line Design Tools, App Notes, ... (<http://www.national.com/analog/design>). Primer prispevka pod Application notes: LM329 – Precision Reference (<http://www.national.com/mpf/LM/LM329.html> oziroma <http://www.national.com/ds/LM/LM329.pdf>). Razvijalcem vezij z operacijskimi ojačevalniki priporočam on-line seminar: [http://www.national.com/onlineseminar/2002/amps/use\\_abuse\\_amps.html](http://www.national.com/onlineseminar/2002/amps/use_abuse_amps.html) in ostale on-line seminarje na: <http://www.national.com/analog/nationaltv>. Zanimivi so tudi članki na <http://www.national.com/rap/Story/Index/0,1563,0,00.html>, še posebej tale, če se kdo zgraža nad neurejenostjo mojega kabineta ☺ (<http://www.national.com/rap/Story/0,1562,2,00.html>).
- d. Maxim Dallas – Application Notes (<http://www.maxim-ic.com/appnotes10.cfm/filter/category>). Primer prispevka pod sekcijo »Amplifier and Comparator Circuits / Sensors and Instrumentation«: <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN4428.pdf>.

- e. EDN ([www.edn.com](http://www.edn.com)), EE Times ([www.eetimes.com](http://www.eetimes.com)) , PlanetAnalog ([www.planetanalog.com](http://www.planetanalog.com)), AnalogZone ([www.analogzone.com](http://www.analogzone.com)) – po novem pod okriljem EN-Genius Network ([www.en-genius.net](http://www.en-genius.net)).

Novice o novih produktih, pomembnih dogodkih, mnenja in kar je najvažneje: ogromno praktičnih nasvetov in rešitev, ki delujejo. Npr. če vas je kdaj zanimalo, zakaj sračja gnezda na laboratorijskih vajah iz elektronike parazitno oscilirajo, je odgovor na dlani:

[http://www.analogzone.com/col\\_1017.pdf](http://www.analogzone.com/col_1017.pdf) , [http://www.analogzone.com/col\\_1121.pdf](http://www.analogzone.com/col_1121.pdf).