

## RAZVIJANJE UČNE AKTIVNOSTI PRI STROKOVNEM MODULU V PROGRAMU ELEKTROTEHNIK V SREDNJEM STROKOVNEM IZOBRAŽEVANJU / mag. Borut Pogačnik, univ. dipl. inž., učitelj strokovno teoretičnih modulov /

Šolski center Kranj

**Učni cilji, ki jih morajo dijaki usvojiti pri posameznih moduli, so določeni v katalogih znanj, izbira didaktičnih metod pa je v največji meri prepuščena presoji učitelja, ki mora biti usposobljen tako strokovno kot didaktično. V prispevku je prikazan sistematično strukturiran didaktični pristop za doseganje učnih ciljev pri strokovnem modulu Upravljanje s programirljivimi napravami (UPN) v srednješolskem programu elektrotehnika, in sicer z uporabo merilnega in krmilnega sistema Red Pitaya. Pri obravnavani snovi so vključene tudi vsebine že obravnavanih modulov Izdelava osnovnih vezij (IOV) in Načrtovanje in priklopi električnih naprav (NEN). S tem je prikazana tudi povezava vsebin posameznih modulov v uporabno celoto. Pri poučevanju v tehniških poklicih je namreč za doseganje učnih ciljev zelo pomembno, da znajo dijaki posamezna teoretična in praktična znanja povezovati v uporabno celoto.**

### 1. Vzpodbujanje učne aktivnosti dijakov

Motivacija dijakov za čim večjo učno aktivnost je odvisna od več faktorjev. Učitelj z načrtovanjem in uporabo ustreznih učnih oblik in metod postavi osnovne temelje. Pomembno pa je tudi, da zna strokovno učno vsebino posredovati zanimivo in aktualno. Dijaki naj bi bili čim bolj aktivni, pri tem pa je pomembna tudi uporaba moderne učne tehnologije in IKT. V moduli IOV in NEN dijaki spoznajo klasične merilne instrumente, kot so univerzalni instrument, osciloskop, spektralni analizator, meter LCR in signalni generator. Vse te instrumente lahko nadomesti odprtokodni razvojni sistem Red Pitaya, ki se lahko uporablja tudi kot merilni sistem. Primerjava Red Pitaya kot instrumenta s klasičnimi laboratorijskimi instrumenti je prikazana v preglednici 1.

Razvojni sistem Red Pitaya je slovenski visokotehnoški produkt, ki se lahko uporablja za poučevanje različnih področij elektrotehnike na različnih stopnjah izobraževanja – od osnovne šole do univerzitetnega študija. V okviru modula UPN je glavni cilj uporabe razvojnega sistema Red Pitaya, da se dijaki naučijo osnovnih korakov programiranja v programskem jeziku C. Ob merjenju karakteristik polprevodniških elementov z Red Pitaya dijaki spoznajo različna teoretična in praktična znanja s področja elektrotehnike in računalništva. Učenje programiranja je zelo zahtevno, ker moramo pri dijaki razvijati nov način razmišljanja, ki pa je za precej dijakov v začetnih korakih težko. Pri vzpodbujanju učne

aktivnosti dijakov je zelo pomembno, da te začetne korake zelo natančno načrtujemo in da spoštujemo didaktična načela (nazornost, postopnost, sistematičnost).

### 2. Izhodiščna didaktična načela za izvajanje praktičnega dela pri strokovnem modulu UPN

Pri predavanju in vajah v laboratoriju je ključno načelo **nazornosti**, ki omogoča lažje dojetje in prehajanje od konkretnega k splošnemu.

Drugo načelo je **načelo postopnosti**, ki zahteva podajanje učne snovi od lažjega k težjemu in od enostavnejšega h kompleksnejšemu (Diesterweg). Načelo **sistematičnosti** zahteva, da znanje podajamo pregledno in je zato lažje razumljivo, trdnjše in trajnejše. Načelo **povezovanja teorije s prakso** nam omogoča uporabnost usvojenih znanj – **aktualnost**.

### 3. Učne metode za izvedbo vaj

Učne metode za izvedbo vaj so pomembne za realizacijo didaktičnih načel.

#### 3.1. Metoda razlage – motivacija, poznavanje, razumevanje temeljnih pojmov

Z metodo razlage dijakom predstavimo sistem Red Pitaya, in sicer v naslednjih korakih: osnovne lastnosti sistema, predstavitev strojne in programske opreme, osnovni koraki priprave Red Pitaya za uporabo, predstavitev spletnih aplikacij osciloskopa in signalnega generatorja, razvoj osnovnih aplikacij, ob katerih dijaki spoznajo programiranje sistema in merjenje

karakteristik polprevodniških elementov s sistemom Red Pitaya. V uvodnih urah dijake opozorimo tudi na učne vsebine, ki so jih spoznali že pri drugih moduli (IOV, NEN) in jih bomo potrebovali pri nadaljnji obravnavi učne snovi. Pri izobraževanju tehniških poklicev je pomembno povezovanje posameznih vsebin v uporabno celoto. Predstavitev sistema Red Pitaya uvođa poteka v splošni učilnici šest šolskih ur. Preverjanje znanja dijakov v splošni učilnici ni bilo predvideno. Razlaga je podprta z ustrežno predstavitev v PowerPointu in demonstracijami s pomočjo razvojnega sistema Red Pitaya. Dijakom predstavimo tudi spletno učilnico, v kateri je celotno gradivo, ki ga dijaki potrebujejo pri svojem delu. V okviru spoznavanja sistema Red Pitaya dijakom razložimo tudi primerjavo Red Pitaya z drugimi razvojnimi sistemi, kot sta npr. Arduino in Raspberry PI, kar je prikazano v preglednici 2.

#### 3.2. Laboratorijsko-eksperimentalna učna metoda

Laboratorijsko-eksperimentalna učna metoda temelji na praktični aktivnosti dijakov, ki je različna. Na najnižji stopnji samostojnosti dijaki postopno sledijo učiteljevim navodilom. Nato sledi dijakovo samostojno delo, ko jim učitelj vnaprej pojasni vse postopke. Na najvišji stopnji pa samostojno določijo postopke in samostojno delajo. V programu srednjega strokovnega izobraževanja elektrotehnik ima večina modulov tudi določeno število ur praktičnega pouka, ki je namenjen, da teoretična znanja uporabijo v praksi

in vse skupaj povežejo v uporabno in aktualno celoto. Pri praktičnem pouku so dijaki razdeljeni v manjše skupine, v šolskem letu 2016/17 smo imeli dve skupini po dvanajst dijakov. V posamezni skupini dijaki delajo v dvojicah. Praktični del modula UPN poteka v specializirani učilnici za elektrotehniko, kjer ima vsako delovno mesto osebni računalnik in osnovne merilne instrumente.

Modul Upravljanje s programirljivimi napravami je razdeljen v dva vsebinska sklopa, in sicer v osnove programiranja in programirljive naprave. Da dijaki dosežejo cilje vsebinskega sklopa Osnove programiranja, morajo uspešno realizirati dve učni situaciji, in sicer:

1. učna situacija: povezovanje Red Pitaya v omrežje in razvoj osnovnih aplikacij za Red Pitaya in
2. učna situacija: merjenje karakteristik osnovnih polprevodniških elementov.

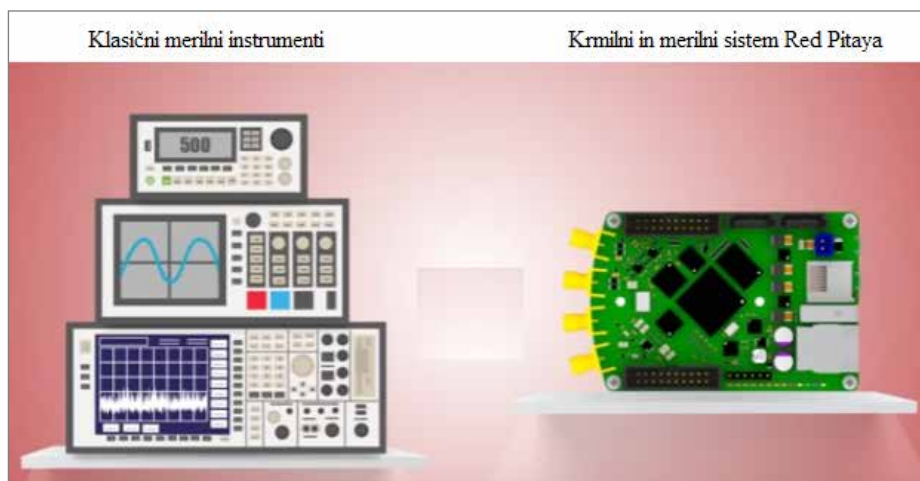
Zaradi obsežnosti prve učne situacije je ta sestavljena iz naslednjih vsebinskih enot: povezovanje Red Pitaya v omrežje šolskih računalnikov, spoznavanje osnov operacijskega sistema Linux, spoznavanje programa gnuplot, razvoj osnovnih aplikacij za Red Pitaya. V vsaki od naštetih vsebinskih enot dijaki usvojijo določene cilje, ki so določeni za celotno učno situacijo. Prvi učni situaciji je namenjeno deset šolskih ur.

Ker smo imeli na voljo samo eno razvojno ploščico Red Pitaya, smo z metodo demonstracije prikazali povezovanje le-te v omrežje šolskih računalnikov s pomočjo omrežnega kabla RJ-45, ki ga priključimo na usmerjevalnik, ki nato Red Pitayi in računalnikom dodeli ustrezen IP po protokolu DHCP, kar prikazuje slika 3.

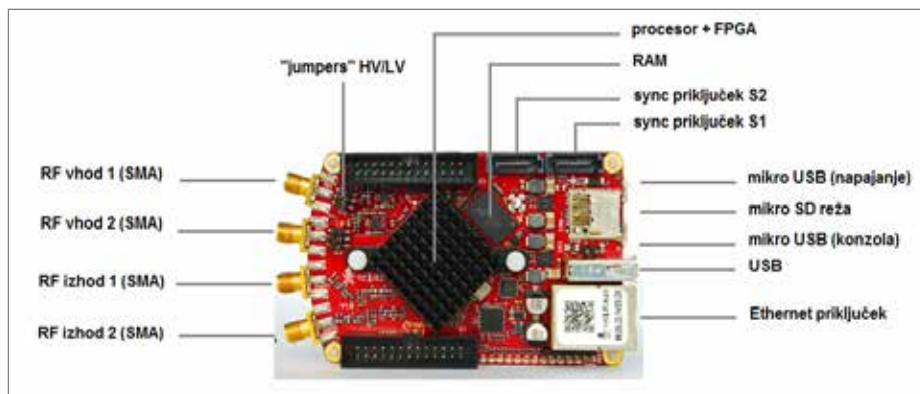
V nadaljevanju so se dijaki seznanili z operacijskim sistemom Linux in strukturo datotečnega sistema Ubuntu ter osnovnimi ukazi za delo v terminalu. Red Pitaya deluje na operacijskem sistemu GNU/Linux, razvoj programov praviloma poteka na osebni računalniku, zato so bili posebej poudarjeni

Lastnosti	Red Pitaya	Klasični laboratorijski instrumenti
prenosljivost	velikost kreditne kartice (da)	zajetna
naročniške možnosti	odprtokodna programska oprema	nobene
interakcija z uporabnikom	tablica ali osebni računalnik	LCD z nizko ločljivostjo
dostop	WI-FI, WLAN, USB, I2C	RS232, USB
multi-instrumenti	osciloskop, spektralni analizator, signalni generator	samostojni instrumenti

Preglednica 1: Primerjava Red Pitaya s klasičnimi laboratorijskimi instrumenti



Slika 1: Prikaz klasičnih merilnih instrumentov in merilnega sistema Red Pitaya (Vir 2)



Slika 2: Razvojni sistem Red Pitaya (Vir 1)

Lastnosti	Red Pitaya	Raspberry PI	Arduino UNO
procesor	Dual Core ARM Cortex A9 + FPGA	ARM 700 MHz	Microcontroller ATmega 321
FPGA	da (Xilinx Zynq 7010 SoC)	ne	ne
hitri analogni vhodi in izhodi	125 Msps 14 bit	ne	ne
počasni analogni vhodi	100 ksps 12 bit	ne	10 ksps 10 bit
operacijski sistem	Linux	Linux	ne
osnovna (privzeta) funkcionalnost	multi-instrument	računalnik	mikrokrmilnik
prosto dostopne aplikacije	da	ne	ne

Preglednica 2: Primerjava med posameznimi razvojnimi sistemi

ukazi za prenos datotek med dvema sistemoma (osebni računalnik – Red Pitaya).

Osnove programskega jezika C so dijaki že spoznali, zato smo jim samo predstavili in razložili knjižnico API (Application Programming Interface), ki je na spletni strani Red Pitaya ([libdoc.redpitaya.com/rp\\_8h.html](http://libdoc.redpitaya.com/rp_8h.html)).

Na najnižji stopnji samostojnosti smo dijakom postopoma predstavili postopek programiranja utripanja diode LED na razvojnem sistemu Red Pitaya, ki je razdeljen v več korakov, ki so opisani v nadaljevanju.

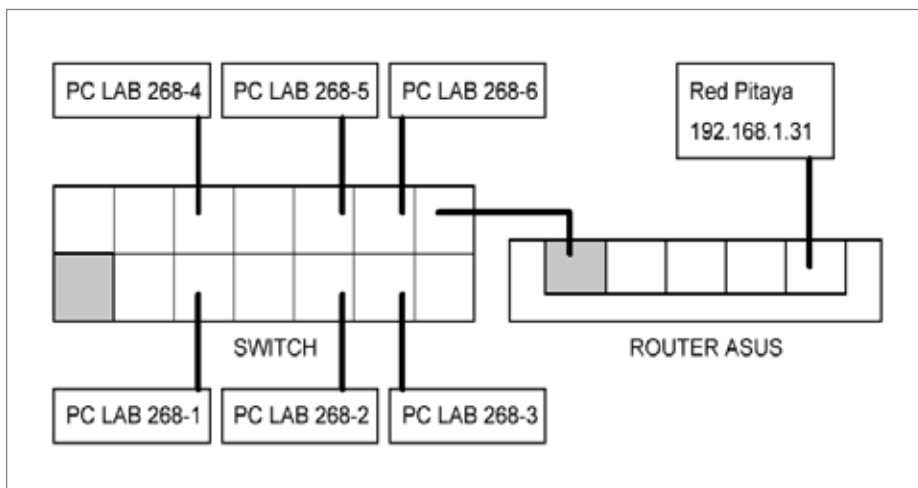
Pripravimo vse zahtevane datoteke in knjižnice, ki jih za svoje delovanje potrebuje program, napisan v programskem jeziku C, kar prikazuje slika 4.

V datoteki Makefile popravimo imeni objektne datoteke (OBJECTS = utrip.o) in ime datoteke z izvršljivo kodo (TARGET = utrip). V urejevalniku (Vim) napišemo programsko kodo v programskem jeziku C, ki bo izvajala utripanje diode LED na razvojnem sistemu.

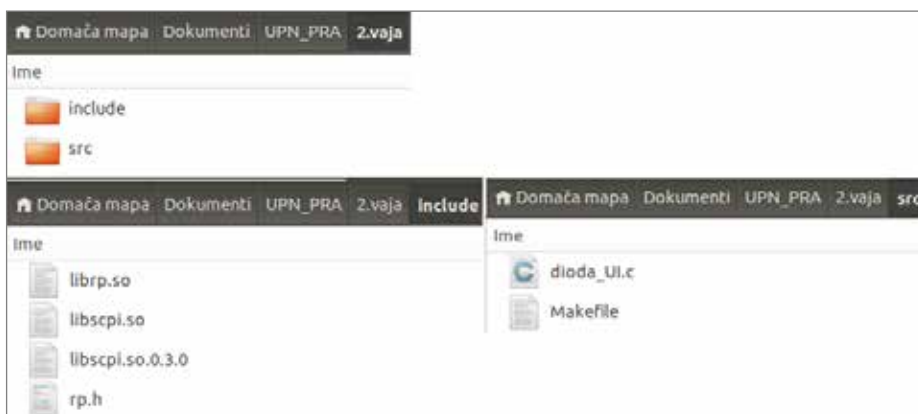
Odpremo terminalno okno in s pomočjo križnega prevajalnika pripravimo izvršljivo datoteko utrip. Ukaz, ki ga vpišemo v ukazno vrstico za pripravo izvršljive datoteke, je naslednji: *make CROSS\_COMPILE=arm-linux-gnueabi-clean all*. Po izvršitvi gornjega ukaza, če ni napak v programski kodi, dobimo izvršljivo datoteko utrip. Izvršljivo datoteko utrip prekopiramo na Red Pitayo s pomočjo ukaza *scp dioda root@192.168.1.31:/tmp*.

Povežemo računalnik in Red Pitayo s pomočjo ukaza *ssh root@192.168.1.31*. Po izvršitvi ukaza *ssh* smo na glavnem direktoriju Red Pitaya. Zaženemo program utrip in na Red Pitayi prične utripati dioda LED.

V nadaljevanju smo dijakom predstavili tri enostavne primere, in sicer: vklop diode na Red Pitayi s pomočjo zunanje tipke, branje analogne napetosti na počasnih analognih vhodih AI in nastavitve napetosti na počasnem



Slika 3: Primer povezovanja Red Pitaya v omrežje



Slika 4: Datoteke in knjižnice, ki jih potrebuje program

analognem izhodu A0. Dijaki so predstavljene primere nato opravili samostojno brez večjih težav. V okviru prve učne situacije so spoznali in usvojili osnovne korake pri programiranju razvojnega sistema Red Pitaya.

V drugi učni situaciji – merjenje karakteristik polprevodniških elementov – dijaki že usvojena znanja pri posameznih modulih povežejo in uporabijo pri reševanju praktične naloge. V uvodnih urah skupaj z dijaki ponovimo učne vsebine, ki so jih spoznali pri modulih IOV in NEN. Te so usmerniška dioda, bipolarni tranzistor, operacijski ojačevalnik in klasični način merjenja tokovno napetostnih karakteristik. Pred samostojnim delom smo jim predstavili in razložili naslednje vsebine:

- osnovni postopek avtomatiziranega merjenja karakteristik polprevodniških elementov,
- merilno vezje in postopek merjenja U-I karakteristike diode.

Po končani razlagi smo jim najprej demonstracijsko prikazali celoten postopek za merjenje U-I karakteristike diode (BA157). Pri tem je zelo pomembno, da spoštujemo didaktična načela, kot so nazornost, postopnost in sistematičnost. Po demonstraciji skupaj z dijaki na učne liste v obliki povzetka zapišemo posamezne faze merjenja U-I karakteristike diode. V nadaljevanju dijaki samostojno ponovijo posamezne faze, ki so potrebne za merjenje U-I karakteristike diode (BAY80).

V zadnjem delu vsebinskega sklopa Osnove programiranja so dijaki samostojno realizirali avtomatizirano merjenje vhodne in izhodnih karakteristik bipolarnega tranzistorja. Nekateri so pri tej nalogi imeli težave, zato smo jim demonstracijsko prikazali postopek merjenja karakteristik bipolarnega tranzistorja.

Polovica dijakov je samostojno opravila vse zahtevane naloge, preostali dijaki

so potrebovali dodatno razlago in pomoč, na koncu pa so bili uspešni vsi. Vsa potrebna gradiva za obravnavane učne situacije so dijakom na voljo v spletni učilnici, kar uspešnejšim dijakom omogoča, da samostojno opravljajo posamezne naloge.

### 3.3. Metoda ovrednotenja dela

Ovrednotenje rezultatov dela opravimo na koncu učne situacije ali na koncu vsebinskega sklopa. Cilji ovrednotenja dela so: predstavitev rezultatov, ugotavljanje dijakovega napredka, ugotavljanje ustreznosti izbranih metod in oblik dela. Pomembno je, da za vrednotenje dela predvidimo dovolj časa. V razgovoru z dijaki smo ugotovili, da so bile učne metode in oblike dela ustrezno izbrane, da je večina dijakov obravnavano učno tematico z zanimanjem spremljala. Na koncu vrednotenja dela smo dijakom predstavili tudi druge aplikacije (merjenje temperature, merjenje vlage), kjer lahko uporabimo razvojni sistem Red Pitaya.

Krmilni in merilni sistem Red Pitaya je primeren za poučevanje različnih znanj s področja elektrotehnike. Dijaki se lahko z uporabo razvojnega sistema naučijo osnove programiranja z različnimi programskimi jeziki. V nadaljevanju lahko Red Pitayo uporabijo tudi za priklop različnih elektronskih sklopov, predvsem senzorjev in aktuatorjev.

### 4. Preverjanje in evalvacija

S preverjanjem znanja načrtno in sistematično zbiramo podatke o tem, koliko in katere učne cilje so dijaki usvojili. Ocenjevanje je postopek, ko učnim dosežkom dodelimo številčno ali opisno oceno. Namen preverjanja je, da dobimo ustrezne informacije o dijakovi aktivnosti oz. katere vsebinske sklope je več ali manj usvojil. Dijaka se seznanijo o tem, ali dela dovolj in ali uporablja pravilne metode in oblike učenja. Učitelj pa iz preverjanja pridobi informacijo o uspešnosti posameznih dijakov in celotnega razreda, o tem, ali uporablja ustrezne metode in oblike dela, če je hitrost obravnavanja

učne snovi primerna in če so dijaki ustrezno motivirani. Preverjanje je pomembno tudi za izboljšanje kakovosti učenja in poučevanja. Poznamo več vrst preverjanja, in sicer: začetno, sprotno in končno.

V začetnem preverjanju smo ugotavljali, katere programske jezike dijaki poznajo, ali so že programirali v kateremkoli programskem jeziku, katere mikroprocesorske sisteme poznajo (Arduino, Raspberry PI, Red Pitaya ...) in tudi vsebine, ki so jih že obravnavali pri drugih modulih (IOV, NEN). Večina dijakov se resno in sistematično s programiranjem še ni ukvarjala, poznavanje mikroprocesorskih sistemov je minimalno.

Učenje programskih jezikov je zelo zahtevno, saj gre za nov način razmišljanja, ki pa nekaterim dijakom povzroča nekaj začetnih težav. Zato je zelo pomembno, da posamezne vsebinske enote preverjamo sproti in s tem ugotavljamo, ali so usvojili zahtevano učno vsebino. V primeru, da ne usvojijo temeljnih znanj programiranja, ima to lahko več negativnih posledic, kot so neuspešno spremljanje sledečih vsebinskih sklopov, odpor in strah pred programiranjem, kar lahko povzroči tudi izostajanje od pouka in neuspešnost dijaka.

Dijaki so dobili učne liste (iz spletne učilnice ali na učnem mestu), ki so jih izpolnjevali ob izvajanju posameznih vsebinskih enot. Ob koncu vsake vsebinske enote so le-to predstavili učitelju in jo na prvi strani učnega lista označili kot realizirano. Opisani način preverjanja nam lahko v veliki meri pomaga tudi pri ocenjevanju. Oceno dijakovega znanja določimo po opredeljenih kriterijih za ocenjevanje znanja (odvisna je tudi od števila opravljenih nalog). Z opisanim načinom dela lahko odpravimo tudi negativne učinke ocenjevanja.

### 5. Zaključek

V prispevku je prikazan način, kako povečati učno aktivnost dijakov s

pomočjo laboratorijsko-eksperimentalne metode oziroma s praktičnim delom v specializirani učilnici. Za dijake programa elektrotehnike znanje programiranja ni primarna vsebina, ki bi se ocenjevala na poklicni maturi, kljub temu pa je zelo pomembno, da jo usvojijo, ker je tudi na področju elektrotehnike prisotno vse več različnih programiranih naprav, ki jih je potrebno sprogramirati. Klasične metode in oblike dela so za poučevanje strokovnih vsebin vse manj primerne, kajti aktivnost dijakov je pri pouku minimalna. Moderne učne tehnologije nam omogočajo, da pouk naredimo bolj zanimiv in s tem tudi povečamo aktivnost dijakov. Priprava učne situacije, kjer dijaki čim več delajo samostojno, v začetni fazi zahteva zelo veliko priprav, v nadaljevanju pa omogoča lažje delo pri vnašanju sprememb in dopolnitev.

V predstavljenem načinu dela sta dosežena aktivno sodelovanje dijakov in dober učni uspeh. Opravljena evalvacija kaže, da so zadovoljni tudi dijaki. S tem, ko dijaka stalno spremljamo in preverjamo njegovo znanje med njegovim praktičnim delom v specializiranih učilnicah, lahko tudi ocenjevanje poteka v drugačnih oblikah. Dijake, ki uspešno opravijo zahtevane naloge, lahko že na osnovi spremljanja in preverjanja ustrezno ocenimo po vnaprej določenih kriterijih za ocenjevanje znanja.

### Literatura

Borut Pogačnik (2016) Merjenje karakteristik osnovnih polprevodniških elementov z razvojnim sistemom Red Pitaya. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, UL – magistrsko delo.

### Vira

Vir 1: Spletna stran Red Pitaya <http://redpitaya.com/>, 10. 4. 2017

Vir 2: <https://www.youtube.com/watch?v=hTe8gA6UCGw>, 5. 5. 2017