

Roman Malarić^I

Fakultet elektrotehnike i računarstva
roman.malaric@fer.hr

Melita Turković^{II}

Fakultet elektrotehnike i računarstva
melita.turkovic@fer.hr

00-00

Petar Mostarac^{III}

Fakultet elektrotehnike i računarstva
petar.mostarac@fer.hr

LABORATORIJSKE VJEŽBE IZ PREDMETA ELEKTRIČNA MJERENJA KOD JOSIPA LONČARA

Sažetak: Josip Lončar je od 1921. godine predavao kao profesor na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu (od 1926. Tehnički fakultet) predmet 'Teorijska elektrotehnika' (kasnije Osnove elektrotehnike) a od 1922. i predmet 'Električna mjerenja'. Lončar je 1924. godine osnovao Laboratorij za električna mjerenja kako bi mogao organizirati laboratorijske vježbe i baviti se znanstvenim radom te postao njegovim prvim predstojnikom. Čak i prije samog osnivanja Laboratorija, kasnije Zavoda za osnove elektrotehnike i električna mjerenja (ZOEM), nabavljao je laboratorijsku opremu. O tome je vodio i pedantnu evidenciju u inventarnoj knjizi Zavoda, a nabavljenu je opremu potom koristio u sklopu laboratorijskih vježbi za studente. Nažalost, Lončareve 'Upute za praktikum' iz predmeta Električna mjerenja koje se spominju u Inventarnoj knjizi zavoda nisu pronađene u njegovoj arhivi pa je u ovom radu opisana rekonstrukcija laboratorijskih vježbi iz predmeta

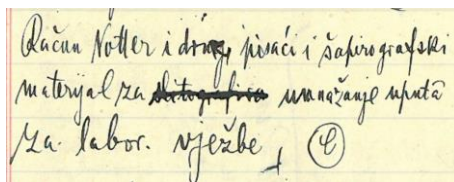
Električna mjerenja I i Električna mjerenja II pomoću njegovih zapisa u laboratorijskim dnevnicima i ostaloj dostupnoj literaturi.

Ključne riječi: Josip Lončar, električna mjerenja, laboratorijske vježbe

Uvod

U jednom razgovoru za novine Lončar je spomenuo da je odmah po dolasku na Visoku tehničku školu krenuo s pisanjem literature te da je prvo napisao Skriptu za osnove elektrotehnike i Upute za praktikum za električna mjerenja. Također u inventarnoj se knjizi 1927. godine među troškovima na jednom mjestu spominje trošak pisaćeg i šapirografskog materijala za umnažanje tih uputa, slika 1.

Na visoku školu, nakon položenog profesorskog ispita iz fizike i matematike kao glavnih struča g. 1916. i postignutog doktorata filozofije iz fizike g. 1920. u Zagrebu kao i već danih prvih publikacija, došao sam pozivom Vijeća Tehničke visoke škole u Zagrebu g. 1921. da predajem opću elektrotehniku a malo i za topla i električna mjerenja. Odmah na početku spoznao sam da svome novom zadatku mogu samo tako valjano odgovoriti ako se pobrinem za osnutek i što bolje razvijanje zavoda u kome će se moći vršiti demonstracije pokusa uz predavanja iz Osnova elektrotehnike i praktički rad studenata uz predavanja iz Električnih mjerenja, a trebalo je omogućiti i naučno-eksperimentalni rad vlastiti i naprednijih saradnika u takvom Zavodu. Zato sam već 1922. zatražio i dobio dozvolu da osnujem takvu ustanovu, koja se u početku zvala Laboratorij za električna mjerenja a kasnije je ispravljeno nazvano Zavod za osnove elektrotehnike i električna mjerenja, pod kojim imenom i danas postoji. Tek velikim zalaganjima uspjelo je organizirati i usavršiti ovakav zavod, no i rezultati onda nisu izostali. Drugu spoznaju svoju da treba kako studentima tako i industriji dati u ruke osnovnu stručnu literaturu na našem jeziku također sam ~~ponajprije~~ proživio u život, i to najprije skriptom Osnova elektrotehnike i uputa za praktikum Električnih mjerenja (prvo izdanje jednoga i drugoga), a zatim prelažući na izradbu učbenika visokog nivoa kao iz Električnih mjerenja tako i iz Osnova elektrotehnike. Nastala su tako, i izlazila, pored drugih publikacija potrebnoga, sp.



Računa Nothler i drugi pisači i šapirografski materijal za skriptu i upute za praktikum za električna mjerenja. Za labor. vježbe 4

Sl. 1. Lončarevi navodi o Uputama za praktikum za Električna mjerenja

Nažalost, u cjelokupnoj Lončarevoj ostavštini te Upute nisu pronađene niti su se tih uputa mogli sjetiti neki bivši Lončarevi studenti pa se prilikom rekonstrukcije laboratorijskih vježbi trebalo poslužiti ostalom dokumentacijom.

Možemo zaključiti kako su laboratorijske vježbe iz predmeta „Električna mjerenja“ zasigurno krenule u akademskoj godini 1924./1925.godine. Tome u prilog nam govori prvi zabilježeni podatak o plaćanju takse. Naime, kako bi se osigurala održivost laboratorija, studenti su svake akademske godine bili obvezni plaćati laboratorijsku taksu u iznosu od 40 dinara. Sa tako prikupljenim sredstvima Lončar je kupovao laboratorijsku opremu i sitni potrošni materijal korišten u nastavi. O tim je novcima vodio i detaljnu evidenciju, bilježio je imena slušača tog semestra koji su uplatili traženu svotu, te popis instrumenata i njihovih cijena prilikom nabave. Među popisima studenata koji su plaćali

navedenu taksu mogu se prepoznati i budući zaslužni profesori fakulteta poput Hrvoja Požara, Radenka Wolfa, Tome Bosanca i drugih, slika 2.

Dreos	Primici
9) Kaiser Dragutin	50.8,-
10) Boui, Raček, Leo	40,-
11) Biljan Anton	40,-
12) Fikser Karlo	40,-
13) Požar, Hrvoje	40,-
14) Dapir Dragorad	40,-
15) Meiner Josip	40,-
16) Lili Rudovic	40,-
17) Kletka Tibor	40,-

2) Ajdučić Gorip	40,-
3) Bosanac Tomo	40,-
4) Čihlar Velimir	40,-
5) Horad Velimir	40,-
6) Petrović Vjekoslav	40,-
7) Nikšić Boris	40,-
8) Tomić Miro	40,-
9) Wolf Radenka	40,-
10) Kovic Konrado	40,-
11) Polak Beko	40,-

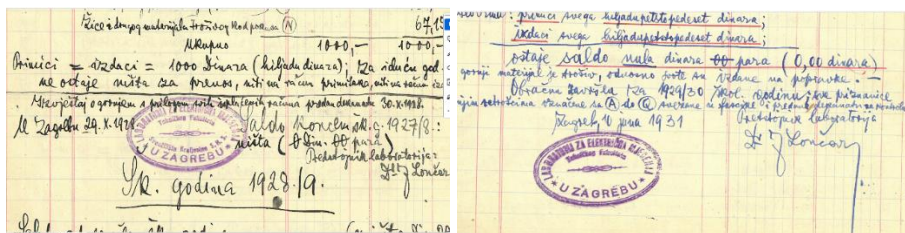
Sl. 2. Tomo Bosanac, Radenko Wolf i Hrvoje Požar među studentima profesora Lončara koji su plaćali taksu za laboratorijske vježbe

Tako je, primjerice, u akademskoj godini 1931./1932. prof. Lončar pedantno zabilježio u svojem laboratorijskom dnevniku sljedeću nabavljenu opremu: anodne baterije, čavli, dva fiksna otpora za pokuse, stezaljke za montažu, foto materijal za oscilografiranje, staklene čaše, tri drške za popravak ladica, mjedene šipke i razni instalacijski materijal za pokuse, slika 3. Dok se neka oprema kupovala, mnogi mjerni uređaji i pribor te različita nastavna pomagala i mjerna oprema bili izrađeni u samome laboratoriju, najčešće uz pomoć njegovih demonstratora.

9) Bu. Dapir, Zagb, $\frac{31}{X}$ 1932: anodne baterije	9. IX 1933: A) Bu. Fongšo, Zagreb: bezvoda, anodne, otpornici za pokuse
10) Bu. Viller, Zagb, $\frac{29}{X}$ 1932: materijal za alat, čavli itd.	10. IX " B) Bu. Griesbach, Zagreb: 1/2 tuceta čavli, alati ploče za oscilogr.
11) Bu. Brubler, Zagb, $\frac{29}{X}$ 1933: staklena čaša (kao posuda)	10. IX " C) Žele za zbijanje; Bu. Brubler, Zagreb
12) Bu. Vikić, Zagb, $\frac{16}{XI}$ 1932: tri mjerne sile materijal za pokuse	10. IX " D) Tri držača za popravljanje ladica; Bu. Friedrich, Zagreb
13) Bu. Graber, Zagb, $\frac{19}{XI}$ 1932: 2 otpora fiksna; za pokuse	30. IX " E) 2 mjerne LGR žice (za referencije); Bu. Vikić, Zagreb
14) Bu. Radstehnik, Zagb, $\frac{19}{XI}$ 1932: 2 otpora fiksna; za pokuse	1. X " F) Valovite žice za referencije; Bu. Vikić, Zagreb
15) Bu. Radstehnik, Zagb, $\frac{25}{XI}$ 1932: aluminij za montažu	2. XI " G) 2 gumoviti uzorci za pokuse; Bu. Vikić, Zagreb
16) Bu. Vikić, Zagb, $\frac{25}{XI}$ 1932: foto-materijal za oscilografiranje	
17) Bu. Khandor, Zagreb, $\frac{25}{XI}$ 1932: mjerne šipke	
18) Bu. Vikić, Zagb, $\frac{2}{XI}$ 1932: instalacijski materijal za pokuse	

Sl. 3. Pedantno vođena evidencija prof. Josipa Lončara o opremi koju je kupovao za laboratorijske vježbe

Na kraju svake akademske godine vodio je i evidenciju koliko je sredstava ukupno prikupljeno, koliko utrošeno kako bi znao stanje računa za sljedeću akademsku godinu i takvo je izvješće slao Upravi Sveučilišta, slika 4.



Sl. 4. Josip Lončar zbraja prihode i izdatke nakon akademske godine 1928./1929. i nakon 1930./1931.

Profesor Lončar je, s tako nabavljenom opremom, organizirao laboratorijske vježbe kao demonstracijske. Naime, studente je grupirao u grupe po četvero, a svaka je grupa imala pokazivača (demonstratora) i 'vođu'. KomPLICIRANJE vježbe ili vježbe proizašle iz njegovih istraživanja Lončar je sam demonstrirao na svojim predavanjima. Prema sjećanju Dušana Vujevića, umirovljenog profesora sa Zavoda za osnove elektrotehnike i električka mjerenja, a ujedno i bivšeg studenta Josipa Lončara, vježbe su bile pokazne, a odvijale su se u prostoriji pored predavaonice. Za pristup ispitu trebali su se napisati referati po temama vježbi te ih predati s prijavnicom za ispit. Ti su se referati nakon položenog ispita vraćali, ali probušeni. Bušili su ih, pretežito laborant Günther Reisser pod nadzorom Lončara iako ih je znao bušiti i Lončar osobno.

Laboratorijske vježbe bile su organizirane od početka za jednosemestralni predmet Električna mjerenja, a nakon što se Lončar oslobodio obveze predavanja u gimnaziji, 1934. godine proširuje predmet „Električna mjerenja“ na dvosemestralni i organizira pokazne vježbe i za taj semestar. Od 1934. u dokumentaciji dijeli laboratorijske vježbe i predmet na Električna mjerenja I i Električna mjerenja II (EM I i EM II).

Laboratorijske vježbe na predmetu Električna mjerenja I

U sklopu jednosemestralnog predmetu „Električna mjerenja“ bilo je **12 laboratorijskih vježbi**. Popis je moguće tek djelomično navesti jer Upute za praktikum koje Lončar sam na nekoliko mjesta spominje, nažalost, nisu pronađene u njegovoj ostavštini. U ostaloj su dokumentaciji laboratorijske vježbe u većini slučajeva navedene samo prema rednom broju izvođenja. Prateći redne brojeve, pokušalo se rekonstruirati cijeli popis vježbi za predmet Električna mjerenja I. Iz dokumenta na slici 5 vidljiva je **I. vježba** iz 1934. godine, **'Wheatstoneov most'**. **IX. je vježba iste godine bila 'Brojila'**. Na slici 6 označeno je mjesto gdje Lončar spominje pojedinu vježbu i naziv vježbe. Iz dokumenta na slici 5 također je vidljivo kako je Lončar svakoj grupi dodijelio 'vođu' grupe i dva 'pokazivača' za sve grupe te jednog pokazivača iz prethodne godine.

Profesor Lončar je pažljivo zapisivao dolaske studenata na vježbe, a studenti koji bi izostali s vježbi kasnije su ih mogli nadoknaditi. Takva je praksa ostala i danas; kad su odradene sve vježbe, student ostvaruje pravo izlaska na ispit.

Zimski semestar 1934/35

Elektr. mjerenja

Grupe:

A

B

C

Srb Stan./S

Svoboda Drag./S

Seseglia Jos./E

Rogulja Ljub./S

Füzy Vil./S

Mužina Gjuro/E

Kindzelew.H./S

Šimunić Br./S

Glavočić Ivo/E

Wickerh. Mir./S

Engel Oto/S

Matjan Ljud./E

D

E

F

Samakovi.H./S

Mataković Zv./E

Glačić Alfr./E

Židovec Ern./E

Laub Zygfr./E

Blažeković B./S

Fleissig Alb./E

Spira Jos./S

Szlayv Janos/S

Mažuranić K./E

Krstić Marij./E

Jelušić Fed./E

Hidvegi Franjo/E

Zeleno označeni uzeti su kao pokazivači (zajedno sa g. Mayerom Drag. koji je lane imao upisana E.M.). Vo-
dje grupa označene su crveno.

Rad po grupama:

Sve grupe (A do F): Dne 27.10.34. skupno Wheatstone-
ov most (vježba I).

Zatim radjeno po shemi:

Dne	3.11	10.11	15.12.	Dne			
II/VII	A/D	B/E	C/F	IV/VIII			
III	B/E	C/F	A/D	VI			
Va)b)	C/F	A/D	B/E	IXa)b)			
				X/XI			

----- Božićni praznici -----

Dne			
X	3 grupe i to: } + radeno kao X/XI zbog ne- njedno kao X/XI, v. gore	3 grupe i to: }	
XI	3 grupe i to: }	3 grupe i to: }	+ radeno kao X/XI zbog ne- dostataka v. gore -mena; v. gore

Evidencija slušača:

Vj.	Dne	Manjkali/iz grupe
	27.10.	Matjan/C; Glavočić/C;
	3.11.	Engel/B; no nadoknadeno 10.11.
	10.11.	-
	17.11.	Praznik: 40-dn. pomen Kr. Aleks. (nije bilo vježbi)
	15.12.	Füzy/B [prim. af. 20.11.12.] [24.11.12. 18.12.12.]
19. I. 1935.		IXa)b } Sava Kostić
19. I. 1935.		IV/VIII } manjkao prije i poslije r. ali
26. I.		X/XI } nadoknadio 26. I - 35. I [X] brojila
		Nije nitko manjkao.

Sl. 5.: Organizacija laboratorijskih vježbi iz predmeta Električna mjerenja I kod

J. Lončara

Treba još da nadoknade vježbe:
Hangi V. (XI+XII), (VI),
(VII+IX) *u. p. p. p. p.*
Vagman K. (VI)
Bautović I. (II+V)
Krstić J. (drugi dio)
Müller V. (VII+IX : XI+XII)

Sl. 6. Organizacija laboratorijskih vježbi kod Lončara 1934. godine i popis studenata za nadoknadu, praksa koja je i danas aktualna. Zaokruženi su navodi vježbe s rednim brojem.



Sl. 7. Univerzalni galvanometar korišten kao Wheatstoneov most za vježbu br. I.

Prema Lončarevoj zadužnici iz 1946. godine, slika 8, vidi se da je **II. vježba bila 'Thomsonov most'**, slika 9.

Zadužnica po vježbi II
1 kom kompletni Th. dvostruki most S# 66. br. 18
1 - - - - - otpor 396/1 ✓
Lgb, 5. XI. 1946

Sl. 8. Zadužnica za II. Vježbu



Sl. 9. Thomsonov most korišten za II. vježbu

Dok su neke vježbe jasno numerirane, neke se pak spominju bez numeracije. Primjerice, vježba '**Gubici u željezu**' spominju se u dokumentu iz

E.M. dne 13 I.1934:

Gubici u Fe:

Lebiš	Cazin
Mardvinov	Lubin
Ribar	Škratčić
Pavleковић	Müller
Friganović	Blühweiss

Brojila:

Prezzi Petar	nije druga
Prezzi Guido	grupa radila
Gurali	nego 6e
Mayer Dragutin	idući puta

E.M. dne 20 I. 34:

<u>gubici u Fe</u> (2-1)	<u>Priglasila</u> (2-1)
Stjepanica	Wendrovec
Klein	Ribar
Blončić	Radley
Gurali	Kototić
Prezzi Petar	Lebiš
Prezzi Guido	Mullerovići
Guido	Stjepanica
Radley	Stjepanica
Kototić	Blončić
	Klein
	Wendrovec
	Radley
	Blončić
	Stjepanica

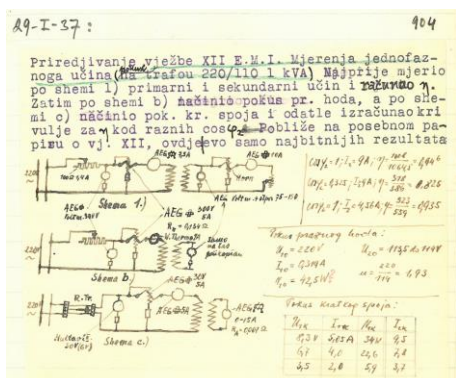
Vježba '**Balistički galvanometar**' se spominje u Lončarevim dnevnicima 1948. godine, ali također bez rednog broja, slika 11.

Erísutni na vježbi BALISTIČKI GALVENOMETAR dne 8.12.48.-
 LŠ Nikola IV. 6 1706 34) Makovčić Ivan IVB 1731

Vježba 'Balistička metoda za mjerenje $B=f(H)$ ' se 1933. godine spominje kao X. vježba. Slika 12.

Dec 16-12-33 Zajedn. vj. X. Balisti. metoda: 5a $\theta = f(H)$

Za **XII vježbu** Josip Lončar daje detaljan opis i shemu, a naziva ju **'Mjerenja jednofaznoga učina (snage)'**. U Uputama za laboratorijske vježbe Vojislava Bege iz 1958. godine XI. i XII. vježba nazivaju se **'Mjerenje snage i gubitaka u željezu'** pa je za pretpostaviti da je XI. Vježba i kod Lončara bila **'Gubici u željezu'** a XII. **'Mjerenje snage'** što sugeriraju i sheme spajanja na slici 13.



Sl. 13. XII vježba Mjerenje jednofaznog učina kod J. Lončara

Lončar kontinuirano nadograđuje postojeće vježbe iz EM I te tako npr. proširuje laboratorijsku vježbu mjerenja otpora sa mjerenjem unutarnjeg otpora baterija 1935. godine, slika 14.

Za E.M.I. na godinu 1935. Mjerenje otpora pri
inženjerskim radovima. Otpor baterija koje su oprem. u laboratoriju.
Kada su same baterije i kodim 4-voltnu i dobilo uz vanj. otp. 2.2
bez priklj. 4.12 (E.M.S.), da priklj. vanj. otp. 3.75, kako da je R_i :
$$R_i = 2 \left(\frac{4.12}{3.75} - 1 \right) = 2 \cdot 0.07 = 0.14 \text{ (0.07 Lipo eliminirati)}$$

Slično se može raditi i 2-3 takva elementa, pa mjeriti R_i baterije.

Sl. 14. J. Lončar razmišlja kako unaprijediti laboratorijske vježbu 'Mjerenje otpora' 16.6.1935.

Zaključno, na temelju bilješki u Lončarevim dnevnicima i analizom ostalih dostupnih materijala prije svega Uputa za laboratorijske vježbe (1957.) Vojislava Bege, popis Lončarevih vježbi na predmetu Električna mjerenja I s velikom vjerojatnošću je sljedeći:

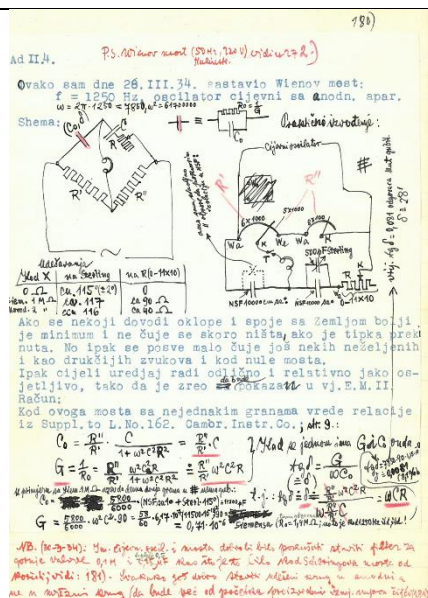
- Wheatstoneov most s kliznom žicom (Univerzalni galvanometar)
- Thompsonov most
- Mjerenje UI metodom malih srednjih i velikih otpora (samo zadužnica)
- Mjerenje velikih i izolacijskih otpora
- Kompenzacija kod istosmjerne struje (samo zadužnica)
- Balistički galvanometar
- Brojila
- Snimanje krivulje prvog magnetiziranja i krivulje histereze balističkim galvanometrom
- Mjerenje snage
- Mjerenje gubitaka u željezu

Laboratorijske vježbe na predmetu Električna mjerenja II kod Josipa Lončara

Od uvođenja dvosemetralnog predmeta 1934. godine Josip Lončar uvodi u nastavu i laboratorijske vježbe za predmet **Električna mjerenja II**. Vježbe su uglavnom proizašle iz njegovih znanstvenih istraživanja i pokusa. Većinom demonstracijske, bile su prikazane na samim predavanjima. Jedna od tih vježbi bila je "**Mjerenje Wienovim mostom**", navedena kod Lončara pod rednim brojem III, a koju je posebno izdvojio Vojislav Bego u svojem prilogu za knjigu „Josip Lončar – život i djelo“, slika 15.

O pokusu sa Wienovim mostom, u svojoj knjizi *Josip Lončar – život i djelo* prof. Bego piše:

Pri svim njegovim istraživanjima neprestance su mu na umu potrebe nastave. Mnoge bilješke iz njegova dnevnika to i potvrđuju. U bilješci br. 180. od 28.03.1934. na kraju obavljenih pokusa s rastavljenim Wienovim mostom zaključuje: „Ipak cijeli uređaj radi odlično i relativno jako osjetljivo, tako da je zreo da bude pokazan u vježbi iz električnih mjerenja II“.



214

818

819

873

476

Sl. 22. Ispitivanje cijevnih pojačala

7-5-35 474
Danas spremio za E.M.II pokus(vježbu): Metoda dva-
ju vatmetarauz nesimetrički trofazni sistem. Usput
i prilike u nesimetr. trof.sistemu; Vidi Telef.knj.
pod:

Sl. 23. Laboratorijska vježba mjerenja snage s dva vatmetra i

Aparatura po Hohleu za ispitivanje struj-
nih mjer. trafosa pokazana je god. 1936. na
E.M.II. Detalji nalaze se u Telefunken
knjizi na listu 5!

Sl. 24. Ispitivanja mjernih transformatora prema Hohleu

916 (dne 10.4.37.) 1916
 Mjerenje Tannenkontornastora a tiješnom od
 Meschke, a tiješnom 100 cm koji je služio
 kao normalni kod tiješna mesta u vj. II.
 E.M. II. 1937. Shema spajanja:

 Rezultat: C ima kapacitet 3550 pF
 koji mu se mogu nanamirati prema njemu
 koji ne mjere kod tiješna mesta u vj. II.
 E.M. II. 1937. za baze računata kod vj. II.
 T.S. II. 1937. 1916

Sl. 25. Vježba Mjerenje Wienovim mostom

Određivanje vrijednosti novoga
norm. otpora od Paspe (inv. br. C.75)

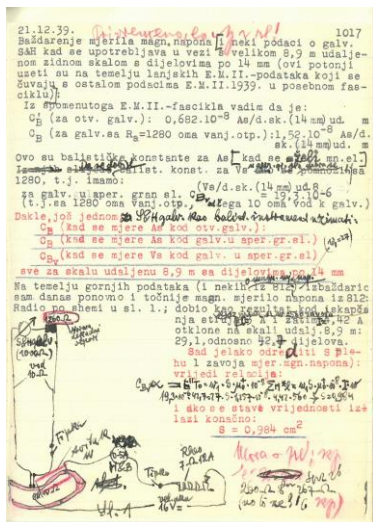
Rezultati:

30.3, 39
iz E.H.II

za tab. kn.

Sl. 26. Mjerenje etalonskog otpornika Rapsovim kompenzatorom

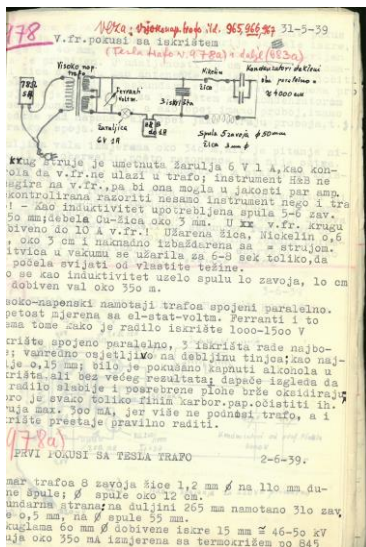
[illegible]



Sl. 27 Pokus određivanja karakterističnih konstanti zrcalnog galvanometra i komentar Lončara na isti pokus 1939. godine



Sl. 28. Zrcalni galvanometar Siemens Halske



obivene su silne korone i izbijanja; zanimiv pokus
 probija izolatora, oko kojeg najprije skakale iskre,
 uge do 40 mm, dok konačno nije bio toliko ugrižan
 a je probijen. U udaljenosti 50 cm razbacani kom-
 i šica djeluju kao antene te se iz njih mogu dobiti
 skrice. Struje u sekundaru su jake, jer ako nema pro-
 oja, djeluje spula sa iskrištem kao kondenzatorom
 no rezonantni krug, a ako opet imamo proboj, imamo
 oduše pad napona, ali opet jaka struja proboja, t. j.
 ratkog spoja.

uljina vala izmjerena oko 340 m, ali je pitanje ni-
 e li to eberweli, pošto rezonanca baš nije oštra.
 naga je velika, na udaljenosti 1 m otklon sa kri-
 alom sa 40 mA.

okus, da se iskrištu doda paralelno kondenzator ni
 e uspio; pločasti kondenzator sa okruglim pločama
 kraj najvećeg razmaka je probio zbog oštrog rubova
 loča. Pokušano dodati na sekundar Tesle oko 60
 av; rezonancija je bolja, i duljina iskara poras-
 a preko 1 m; pitanje, nije li to eberweli i kako
 i bilo kod manje zavoja. Pokusano sa RPE

Sl. 29. Vježba Mjerenje visokih napona kuglastim iskrištem

Zanimljivo je pratiti određene vježbe kroz, u slučaju Zavoda za osnove elektrotehnike i električka mjerenja (ZOEM), skoro pa stoljeće izvođenja. Unatoč nepotpunoj dokumentaciji, nekim se vježbama može prikazati povijesni (dis)kontinuitet sve do sadašnjosti. Primjerice, „Mjerenje visokih napona kuglastim iskrištem“ Josip Lončar je izveo na predavanjima iz EM II 1939. godine, a isti je pokus kasnije bio dijelom laboratorijskih vježbi iz kolegija Mjerenja u elektrotehnici na dva modela izrađena šezdesetih godina. Vježba je kao dio nastavnog programa bila prisutna sve do ukidanja predmeta 2005. godine. Zanimljivo, obnovila u akademskoj godini 2024./2025. na inicijativu profesora Luke Ferkovića, trenutnog voditelja laboratorijskih vježbi kolegija Mjerenja u elektrotehnici. Mnogi su se drugi Lončarevi pokusi na predmetu Električna mjerenja II zadržali dugo vremena u popisu eksperimenata u sklopu spomenutog kolegija, kao dio potrebnih osnovnih znanja budućih inženjera elektrotehnike. Primjerice, pokus mjerenja snage pomoću dva vatmetra, ispitivanje mjernih pogrešaka strujnih mjernih transformatora prema Hohleu i osciloskopi.

Zaključak

U radu su opisani pokusi koje je akademik Lončar pripremio za predmet Električna mjerenja I i Električna mjerenja II. S obzirom da je Lončar vrlo brzo nakon osnivanja Tehničke visoke škole krenuo sa organizacijom laboratorijskih vježbi iz jednog od osnovnih elektroinženjerskih predmeta praktički 'od nule' pokazuje njegovu izuzetnu sposobnost i volju da studentima pruži mogućnost mjerenja sa različitom mjernom opremom. Već nekoliko godina nakon osnivanja

laboratorija i početka predavanja, profesor Lončar je uspio organizirati čak 12 laboratorijskih vježbi koje su dobro pokrivale i pratile nastavu i predavanja. To je uspio organizirati paralelno predajući na gimnaziji. Nakon što je 1934. godine oslobođen dužnosti predavanja u gimnaziji, s jednakim entuzijazmom primio se i organizacije vježbi za predmet Električna mjerenja II koji je od te godine predavao u drugom semestru. Organizacija i sistematizacija nastave iznimno je zahtjevan pothvat. Prije svega pedagoški, ali i organizacijski jer pojedinac mora voditi računa o nekolicini različitih varijabli – paziti da je cilj vježbe usuglašen sa sadržajem kolegija, da ono što se pokazuje bude prilagođeno studijskoj razini na kojoj se slušač nalazi, da vježba bude prilagođena različitim razinama predznanja, ali pak ne ispod određene očekivane razine. Sve te varijable u konačnici moraju biti ispoštovane u vremenski zadanom okviru predviđenih radnih sati, unutar kojih slušači sa različitim razinama predznanja moraju savladati određeno gradivo. Riječ je o doista iznimnom pothvatu za jednu osobu, koja uz osmišljavanje, organiziranje i na kraju provođenje takve nastave, paralelno ima vremena i za izvorni znanstveno-istraživački rad.

Literatura: Laboratorijski dnevnik Josipa Lončara, knjižnica FER-a

LABORATORY EXERCISES IN THE ELECTRICAL MEASUREMENTS CURRICULA BY PROFESSOR JOSIP LONČAR

Summary: From 1921 Josip Lončar taught as a professor at the Technical College in Zagreb (from 1926. Faculty of Engineering), the curriculum 'Theoretical Electrical Engineering' (later Basics of Electrical Engineering), and from 1922 the curriculum 'Electrical Measurements'. In 1924, Lončar founded the Laboratory for Electrical Measurements in order to organize laboratory exercises and engage in scientific work, and became its first head. Even before the establishment of the Laboratory, later the Institute for the Basics of Electrical Engineering and Electrical Measurements (ZOEM), he procured laboratory equipment. He also kept meticulous records of this in the inventory book of the Institute, and then used the purchased equipment as part of laboratory exercises for students. Unfortunately, Lončar's "Instructions for Practicum" from the subject of Electrical Measurements, which are mentioned in the Inventory Book of the Institute, were not found in his archive, so this paper describes the reconstruction of laboratory exercises from the curricula Electrical Measurements I and Electrical Measurements II using his records in laboratory diaries and other available documents.

Keywords: Josip Lončar, electrical measurement, laboratory exercises

Roman Malarić, Melita Turković, Petar Mostarac