

Мерење у нафтном рударству

Snežana Aleksandrović, Branko Leković



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Мерење у нафтном рударству | Snežana Aleksandrović, Branko Leković || 2020 ||

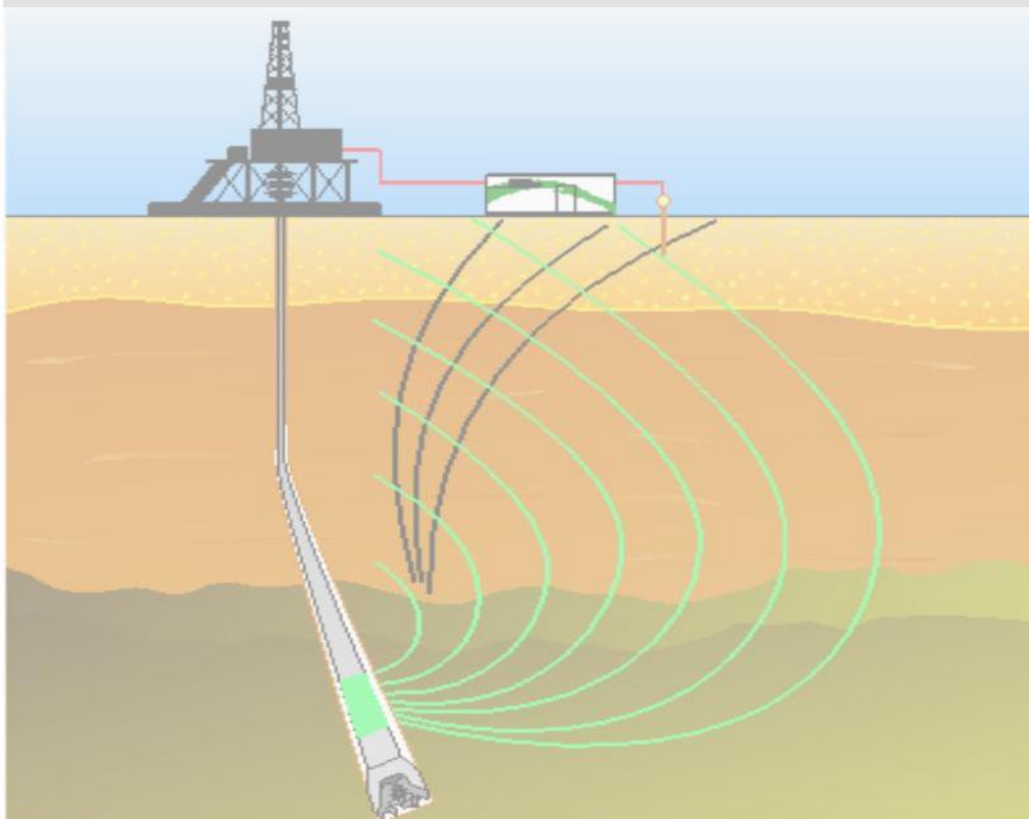
<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0005854>

UNIVERZITET U BEOGRADU

Rudarsko-geološki fakultet

Snežana S. Aleksandrović

Branko A. Leković



MERENJE U NAFTNOM RUDARSTVU

Beograd, 2020.

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet

Snežana S. Aleksandrović
Branko A. Leković

MERENJE U NAFTNOM
RUDARSTVU

Beograd, 2020.

Dr Snežana S. Aleksandrović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet
Dr Branko A. Leković, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet

MERENJE U NAFTNOM RUDARSTVU

I izdanje

Recenzenti:

Dr Mihajlo Jović, vanredni profesor u penziji
Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet
Dr Petar Lukić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd

Za izdavača:

Dekan prof. dr Zoran Gligorić

Urednik:

prof. dr Aleksandar Ganić

Odlukom Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 8/62 od 27.10.2020. godine odobreno je izdavanje publikacije

Štampa:

SaTCIP Ltd., 36210 Vrnjačka Banja, Srbija

Tiraž:

150 primeraka

ISBN: 978-86-7352-359-0

Preštampavanje, umnožavanje, fotokopiranje ili reprodukcija cele knjige ili nekih njenih delova nije dozvoljena.

PREDGOVOR

Knjiga predstavlja udžbenik za bolje i razumljivije savladavanje predavanja iz predmeta Metrologija i standardizacija, koji slušaju studenti VII semestra Rudarskog odseka, studijskog programa Inženjerstvo nafte i gasa, kao i studenti VII semestra Geološkog odseka, studijskog programa: Istraživanje ležišta mineralnih sirovina, modul: Geologija nafte i gasa Rudarsko-geološkog fakulteta - Univerziteta u Beogradu. Pri pisanju udžbenika uzeta je u obzir obimna i raznovrsna literatura iz ove oblasti, kao i elektronska skripta autora, napisana za istoimeni predmet i zasnovana na ličnim iskustvima u radu sa studentima. Osim studenata kojima je namenjena, knjiga može korisno poslužiti i širem krugu čitalaca, naročito studentima fakulteta i viših škola na kojima se nastava iz oblasti električnih merenja izvodi po sličnom programu, kao i inženjerima iz prakse, kojima može poslužiti kao koristan priručnik.

Gradivo u ovom udžbeniku grupisano je u pet poglavlja. U prvom delu knjige obuhvaćena su merenja električnih veličina i to električnog napona, struje, otpornosti, snage i energije. Knjiga obuhvata i gradivo koje se tretira na drugim predmetima iz oblasti merenja, na osnovnim i master studijama, a može biti korisna i inženjerima drugih profila, koji se u svojoj praksi bave merenjima električnih veličina, odnosno primenjuju različite električne merne instrumente.

U drugom delu knjige razmotrene su karakteristike mernih pretvarača i sistema prenosa signala, sa posebnim akcentom na metodu merenja za vreme bušenja, koja je u velikoj meri uticala na poboljšanje performansi bušenja. Analizirani su principi rada mernih pretvarača i opisani pretvarači i metode merenja raznih neelektričnih veličina, kao što su temperatura, pritisak, nivo, protok, opterećenje, položaj, brzina, vibracije i elementi geometrije bušotine. Izloženi su i principi gasne hromatografije i masene spektrometrije, koje predstavljaju deo opreme bušaćih postrojenja i koriste se za praćenje i kontrolu proizvodnih procesa. Materijal je dat na način koji je pristupačan i razumljiv i stručnjacima kojima elektrotehnika ili rudarstvo ne predstavljaju osnovnu struku.

Autori se zahvaljuju recenzentima prof. dr Mihajlu Joviću i prof. dr Petru Lukiću na korisnim savetima i sugestijama pri realizaciji ovog udžbenika.

SADRŽAJ

1. UVOD	Str.
2. MERENJE ELEKTRIČNIH VELIČINA	1
2.1. MERENJE ELEKTRIČNOG NAPONA I ELEKTRIČNE STRUJE	5
2.1.1. Merenje električnog napona	5
2.1.2. Merenje električne struje	7
2.2. MERENJE ELEKTRIČNE OTPORNOSTI	8
2.2.1. Merenje otpornosti provodnika I klase	9
2.2.2. Merenje otpornosti provodnika II klase (elektrolita)	12
2.3. MERENJE ELEKTRIČNE SNAGE	15
2.3.1. Merenje aktivne snage	15
2.3.2. Merenje reaktivne snage	19
2.4. MERENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	20
2.5. MERNI TRANSFORMATORI	22
2.5.1. Strujni merni transformatori	24
2.5.2. Naponski merni transformatori	27
3. OSNOVI I KARAKTERISTIKE RADA MERNIH PRETVARAČA I SISTEMA PRENOSA SIGNALA	29
3.1. STRUKTURA SISTEMA ZA MERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA	29
3.2. OBLASTI PRIMENE MERNIH PRETVARAČA	30
3.3. AKVIZICIJA PODATAKA I DALJINSKO MERENJE	32
3.4. SCADA NADZORNO-UPRAVLJAČKI SISTEM	35
3.5. MERENJE ZA VREME BUŠENJA	37
3.5.1. Osnovni delovi MWD sistema	38
3.5.2. MWD sistem sa beleženjem podataka	38
3.5.3. Prenos signala u MWD sistemima	39

3.6. METROLOŠKE KARAKTERISTIKE MERNIH PRETVARAČA	44
3.6.1. Statički režim rada	44
3.6.2. Dinamički režim rada	46
4. PRINCIPI RADA MERNIH PRETVARAČA	53
4.1. OTPORNIČKI PRETVARAČI	54
4.1.1. Linearni i obrtni potenciometri	54
4.1.2. Merne trake	55
4.1.3. Promena otpora sa temperaturom	57
4.1.4. Merne šeme sa otporničkim pretvaračima	59
4.2. KAPACITIVNI PRETVARAČI	62
4.3. INDUKTIVNI PRETVARAČI	64
4.4. PIEZO PRETVARAČI	66
4.5. PRETVARAČI NA BAZI HOLOVOG EFEKTA	68
4.6. OPTOELEKTRONSKI PRETVARAČI	69
5. MERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA	73
5.1. MERENJE TEMPERATURE	73
5.1.1. Otporni termometri	73
5.1.2. Termistori	74
5.1.3. Termoparovi	75
5.1.4. Merne tolerancije	76
5.1.5. Ekspanzioni termometri	77
5.1.6. Integrisani termometri	78
5.1.7. Radijacioni pirometri	78
5.2. MERENJE PRITISKA	79
5.2.1. Manometar sa uronjenim zvonom	81
5.2.2. Burdonova cev	81
5.2.3. Pretvarači sa membranom i mehom	82
5.3. MERENJE NIVOA	84
5.3.1. Nivometri sa plovkom	85
5.3.2. Hidrostatički nivometri	86
5.3.3. Kapacitivni nivometri	87
5.3.4. Ultrazvučni nivometri	88

5.3.5. Radarski nivometri	89
5.3.6. Vibracione viljuške i šipke	90
5.3.7. Radiometrijski nivometri	91
5.4. MERENJE PROTOKA	91
5.4.1. Zapreminski protokomeri	92
5.4.2. Protokomeri na bazi diferencijalnog pritiska	92
5.4.3. Zapreminski protokomeri sa merenjem brzine fluida	95
5.4.4. Maseni protokomeri	97
5.5. MERENJE OPTEREĆENJA I TORZIJE	99
5.5.1. Otpornički senzori opterećenja sa mernim trakama	101
5.5.2. Piezoelektrični senzori opterećenja	102
5.5.3. Merenje torzije	103
5.6. MERENJE POLOŽAJA I BRZINE	104
5.6.1. Merenje linearnog i ugaonog položaja (pomaka)	104
5.6.2. Digitalni i inkrementalni senzori	106
5.6.3. Elektromagnetni senzori ugaone brzine	107
5.6.4. Tahometarski generatori	109
5.7. MERENJE VIBRACIJA	110
5.7.1. Kapacitivni akcelerometar	111
5.7.2. Piezootporni akcelerometar	111
5.7.3. Piezoelektrični akcelerometar	112
5.8. MERENJE ELEMENATA GEOMETRIJE BUŠOTINE	113
5.8.1. Merenje prečnika bušotine	113
5.8.2. Merenje otklona kanala bušotine	114
5.9. GASNA SPEKTROMETRIJA	116
LITERATURA	119
INDEKS POJMOVA	123

