



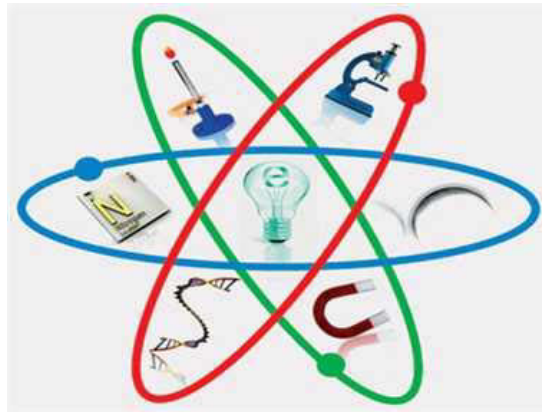
Digitally signed by  
Library TUM  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity  
of this document

# UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**Artur BUZDUGAN**

## MĂSURĂRI ELECTRONICE

**Indicații metodice și breviar privind lucrările de laborator**



**Chișinău  
2018**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**  
**FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ**  
**DEPARTAMENTUL MICROELECTRONICĂ ȘI INGINERIE BIOMEDICALĂ**

**Artur BUZDUGAN**

**MĂSURĂRI ELECTRONICE**

**Indicații metodice și breviar privind lucrările de laborator**

**Chișinău**  
**Editura „Tehnica-UTM”**  
**2018**

**CZU 621.317(076.5)**

**B 98**

În lucrare sunt descrise 12 lucrări de laborator privind metodele de măsurare a mărimilor fizice, electrice și a parametrilor componentelor circuitelor și microelectronice cu ajutorul aparatelor electronice. Aici sunt incluse materiale privind instruirea studenților în domeniul securității electrice și protecției muncii în laborator, procesul de admitere la efectuarea lucrărilor, descrierea instrumentarului pentru măsurările în laborator și breviare la subiectele lucrărilor.

Echipamentul de bază din laborator pentru măsurările electronice constă din aparate de măsurări digitale, dar în indicații sunt prezentate și date privind aparatele analogice de măsurări, care pot fi întâlnite de viitorii ingineri în alte laboratoare sau în practicile cotidiene.

Lucrarea mai conține anexe privind sistemul unităților de măsură SI; clasificarea mărimilor măsurabile; marcarea, identificarea componentelor electronice; montarea componentelor microelectronice; cerințe față de perfectarea raportului lucrării de laborator efectuate ș.a.

Indicațiile metodice pot fi utile și pentru pregătirea inginerilor de la alte specialități care studiază cursul de măsurări electronice sau cursurile ce conțin măsurări electrice.

Autor: dr.h.-inginer Artur Buzdugan

Recenzent: conferențiar, dr., Bettin Mironov

**Buzdugan, Artur.**

Măsurări electronice: Indicații metodice și breviar privind lucrările de laborator / Artur Buzdugan; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Dep. Microelectronică și Inginerie Biomedicală. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2018. – 164 p.

Referințe bibliogr.: p. 132 (11 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-554-1.

621.317(076.5)

B 98

ISBN 978-9975-45-554-1.

© UTM, 2018

„Experimentul este unica modalitate  
de înțelegere pe care o avem la dispoziție;  
restul este poezie, imaginație“

Max Planck

## CUVÂNT ÎNAINTE

Lucrările de laborator vizează dezvoltarea a 3 piloni de bază ai aplicării cunoștințelor studenților în activitatea ulterioară de inginer: *practică, independență și inteligență*.

Lucrările practice de laborator nu sunt cursuri teoretice la care se explică în detaliu temele respective. Pentru lucrările de laborator consultațiile necesare se oferă în timpul testării de către cadrul didactic a cunoștințelor studentului cu scopul admiterii la lucrare, precum și în timpul efectuării lucrărilor. Timpul alocat lucrării de laborator este *destinat dezvoltării abilităților practice* în domeniile aparatelor de măsurări.

Studentul lucrează *independent sau în echipă*, astfel încât să contribuie efectiv la realizarea lucrării.

Un student își consolidează cunoștințele doar în măsura în care demonstrează *efort inovativ și intelectual* pentru realizarea cu succes a lucrării de laborator.

Activitatea în laborator nu înseamnă efectuarea mecanică a unor asamblări a circuitelor electronice și măsurări cu trecerea rezultatelor în tabele și raport. Scopul major este ca studentul *să cunoască cu ce și cum să măsoare, să anticipeze anumite rezultate* (cel puțin ca ordin de mărime, formă de semnal), *să confirme aceste rezultate prin măsurători* și să identifice sursele de erori relative și absolute, precum și să repete măsurările care nu corespund așteptărilor.

## CUPRINS

Norme de protecție a muncii și securitate electrică în Laboratorul Măsurări Electronice	4
Admiterea la lucrările de laborator	7
Instrumentarul de măsurări electronice din laborator	8
Lucrarea nr.1. Metode și mijloace de măsurări electronice în practica uzuală	31
Lucrarea nr.2. Măsurări cu multimetre digitale	53
Lucrarea nr.3. Punți de măsurări electrice	62
Lucrarea nr.4. Măsurarea valorii efective, de vârf și medii a tensiunii electrice	66
Lucrarea nr.5. Extinderea intervalului de măsurare a voltmetrului. Protecția de suprasarcini	80
Lucrarea nr.6. Metode, instrumentar de studiu pentru circuite basculante astabile	88
Lucrarea nr.7. Interpretarea semnalelor electrice cu osciloscopul digital în regim X-Y	92
Lucrarea nr.8. Instrumente de măsură pentru caracterizarea diodelor Zener și LED	94
Lucrarea nr.9. Metode de studiu a circuitelor de formare a impulsurilor	105
Lucrarea nr.10. Amplificatoare operaționale în măsurarea semnalelor mici	109
Lucrarea nr.11 Studierea generării și vizualizării semnalelor	116
Lucrarea nr.12 Măsurarea impedanței	124
Literatura consultată	131
Anexa 1. Model de prezentare a raportului lucrării de laborator	132
Anexa 2. Marcarea aparatelor analogice de măsură în dependență de mecanism	133
Anexa 3. Marcarea, identificarea nominalelor rezistorilor	139
Anexa 4. Marcarea, identificarea nominalelor condensatoarelor	140
Anexa 5. Marcarea, identificarea bobinelor (inductanțelor)	143
Anexa 6. Diodele, LED	144
Anexa 7. Orientarea, polarizarea componentelor electronice	146
Anexa 8. SI al unităților fundamentale de măsură și exemple de unități SI derivate	151
Anexa 9. Reguli privind formarea, scrierea denumirii simbolurilor unităților de măsură	154
Anexa 10. Exemple de figuri Lissajous	156
Anexa 11. Clasificarea mărimilor măsurabile	157
Anexa 12. Tehnologia lipiturilor manuale a componentelor electronice	158
Anexa 13. Estimarea erorilor totale pentru metodele indirecte de masurare	162