

INSTRUCȚIUNI DE PROTECȚIA MUNCII.

MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ ELECTRICE

1. INSTRUCȚIUNI DE PROTECȚIA MUNCII

Executarea lucrărilor în laboratorul de aparate electrice este permisă numai după efectuarea instructajului de protecția muncii.

Prin noțiunea de protecția muncii se înțelege ansamblul de măsuri tehnice, sanitare, organizatorice și juridice aplicate pentru ocrotirea sănătății și vieții oamenilor ce desfășoară o activitate organizatorică și face parte integrantă din procesul muncii.

Încălcarea dispozițiilor legale privind protecția muncii și normele PSI atrage după sine răspunderea disciplinară, administrativă, materială sau penală, după caz, potrivit legii.

Prin *accident de muncă* se înțelege vătămarea violentă a organismului sau (și) intoxicația acută profesională, care provoacă incapacitatea temporară de muncă de cel puțin o zi, invaliditate sau deces și care se produc în timpul îndeplinirii sarcinilor de studiu.

Instructajul de protecția muncii cuprinde instructajul general și cel specific fiecărui loc de muncă.

Instalațiile și echipamentele electrice vor fi proiectate, construite, montate și exploatate, astfel încât să se prevină electrocutările prin atingere directă sau indirectă, arsurile, incendiile, exploziile și aprinderile neprevăzute.

Electrocutările se produc ca urmare a trecerii curentului electric prin corpul omului și pot avea loc în diverse situații:

- atingerea unor elemente aflate sub tensiune în mod normal, atingere directă;
- atingerea unor elemente aflate în mod accidental sub tensiune, datorită unor defecte ale instalației sau echipamentului electric, atingere indirectă;
- atingere simultană a două puncte de pe sol, care se află la potențiale diferite (tensiune de pas), ca urmare a scurgerii unor curenți electrice.

Pericolul electrocutării depinde de mai mulți factori:

- valoarea curentului electric stabilit prin corp. Se consideră valori nepericuloase :10 mA c.a. și 50 mA c.c.
- calea de închidere (traseul) a curentului electric;
- durata acțiunii curentului asupra corpului omenesc. Se consideră că timpul extrem de evitarea electrocutării este 0.2 s în instalațiile electrice de joasă tensiune și 0.1 s pentru instalațiile electrice de înaltă tensiune;
- starea fizică a omului – oboseala;
- frecvența curentului;
- atenția omului în momentul atingerii.

- Pentru evitarea accidentelor din laborator studenții vor respecta următoarele:
- studenții pe baza datelor nominale ale circuitelor la care lucrează, vor face dimensionarea și alegerea aparatului de măsură și comandă corespunzător;
 - înainte de începerea montajului se verifică absența tensiunii în zona de lucru;
 - se va intercala un întrerupător manual pentru conectarea montajului sub tensiune;
-
- legătura la bornele aparatelor, motoarelor, instalațiilor se va realiza cu conductoare izolate, de secțiune potrivită;
 - lungimile conductoarelor se aleg în mod corespunzător;
 - se verifică ca bornele, piulițele să fie strânse în mod corespunzător;
 - carcasa metalice ale aparatelor se vor lega la pământ;
 - la arderea (decuplarea) siguranțelor se deconectează întrerupătorul manual de alimentare a instalației și se verifică montajul realizat;
 - nu se cuplează montajul la tensiune până când nu fost verificat de către cadrul didactic;
 - înainte de punerea sub tensiune a montajului se verifică domeniile de măsură a aparatelor, poziția cursorilor rezistoarelor, autotransformatoarelor;
 - nu se vor manevra aparate din montaj dacă nu se cunoaște rolul lor;
 - la terminarea lucrării, se deconectează montajul de la sursa de alimentare și apoi se va trece la desfacerea acestuia;
 - în eventualitatea unui accident prin electrocutare se întrerupe imediat alimentarea cu tensiune a circuitului;
 - aparatele de măsură și control se vor așeza în poziții normale cu posibilități de citire și acces ușor;
 - se interzice părăsirea zonei de lucru pe durata orei de laborator;
 - modificările de montaj se realizează numai cu montajul scos de sub tensiune;
 - se interzice atingerea instalațiilor sau părți ale acestora aflate în mișcare;
 - la terminarea măsurărilor, condensatoarele se descarcă prin scurtcircuitarea bornelor;
 - folosiți numai prize și fișe cu contacte de împământare.
 - folosiți la aparatele de măsură, reglaj și experimentare, numai borne izolate.
 - protejați-vă cu ajutorul plăcilor izolante și a altor mijloace de bornele și alte piese care sunt sub tensiune.
 - puneți plăcuțe avertizoare și îngrădiți cu ajutorul plaselor de sârmă sau a plăcilor izolante, toate locurile de lucru în care există piese și aparate sub tensiune, ce pot fi atinse.
 - se va păstra *ordinea și disciplina* în laborator;
 - ca regulă generală *nu se admit improvizații* de nici un fel.

2. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ ELECTRICE

Pentru efectuarea măsurătorilor este necesară în primul rând definirea unităților de măsură ce urmează a fi folosite pentru toate mărimile fizice.

În România s-a adoptat în 1961 ca legal și obligatoriu, Sistemul internațional de unități (SI).

Mărimile fizice pentru care unitățile se aleg în mod arbitrar se numesc mărimi fundamentale. *Curentul* este una din *mărimile fizice fundamentale* (lungime, masă, timp, temperatură, intensitate luminoasă) admise și are unitatea de măsură *amperul* [A]. În tabelul 1.1 sunt date principalele mărimi derivate care intervin în instalațiile electrice și unitățile de măsură corespunzătoare.

Tabelul 1.1

| Nr. crt. | Mărimea fizică | | Unitatea de măsură | |
|----------|--------------------------------|----------|-------------------------|----------------|
| | Denumirea | Simbol | Denumirea | Simbol |
| 1 | Tensiunea electrică | U | volt | V |
| 2 | Rezistență electrică | R | ohm | Ω |
| 3 | Reactanța | X | ohm | Ω |
| 4 | Impedanța | Z | ohm | Ω |
| 5 | Capacitate electrică | C | farad | F |
| 6 | Inductanța | L | henry | H |
| 7 | Putere activă | P | watt | W |
| 8 | Putere reactivă | Q | var | VAR |
| 9 | Putere aparentă | S | voltamper | VA |
| 10 | Energie activă | W_a | wattoră | Wh |
| 11 | Energie reactivă | W_r | varoră | VARh |
| 12 | Densitatea curentului electric | J | amper pe metru pătrat | A/m^2 |
| 13 | Sarcina electrică | Q, q | coulomb | C |
| 14 | Intensitatea câmpului electric | E | volt pe metru | V/m |
| 15 | Potențial electric scalar | V | volt | V |
| 16 | Inducție electrică | D | coulomb pe metru pătrat | C/m^2 |
| 17 | Flux electric | Ψ | coulomb | C |
| 18 | Rezistivitate | ρ | ohm-metru | Ωm |
| 19 | Conductivitate electrică | σ | - | $1/(\Omega m)$ |
| 20 | Inducția magnetică | B | tesla | T |

În cadrul aplicațiilor practice se utilizează adeseori multiplii sau submultiplii unităților fundamentale sau derivate (uniități tolerate). În tabelul 1.2 se prezintă principale semnificația notațiilor care definesc multiplii sau submultiplii unei unități.

Tabelul 1.2

| Simbol | Denumire | Valoare | Simbol | Denumire | Valoare |
|--------|----------|-----------------|--------|----------|-------------------|
| G | giga | 10 | d | deci | 10 ⁻¹ |
| M | mega | 10 ⁶ | c | centi | 10 ⁻² |
| k | kilo | 10 ³ | m | mili | 10 ⁻³ |
| da | deca | 10 | μ | micro | 10 ⁻⁶ |
| | | | n | nano | 10 ⁻⁹ |
| | | | p | pico | 10 ⁻¹² |

Pentru fiecare dintre mărimile derivate sunt definite relațiile de definiție care permit determinarea unităților de măsură.

Formule și relații de calcul pentru circuite electrice

Tabelul 1.3

| Nr.crt. | Mărimea | U.M. | Notație / Valori / Formule |
|---------|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | Sarcina electrică | $A \cdot s$ sau C (Coulomb) | Q $Q = \int i \cdot dt$ $Q = I \cdot t$ |
| 2 | Sarcina electronului | $A \cdot s$ | $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$ |
| 3 | Concentrația electronilor în metale | cm^{-3} | $n = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$ |
| 2 | Intensitatea curentului electric | A (Ampere) | i, I $i = \frac{dQ}{dt}$ $I = \frac{Q}{t}$ |
| 3 | Densitatea curentului electric | A / mm^2 | $J = \frac{di}{dA}$ $J = \frac{I}{A}$ |
| 3 | Intensitatea câmpului electric | V / m | $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$ sau în câmp omogen $E = \frac{U}{l}$ |

| | | | |
|----|--|---|---|
| 4 | Tensiunea electrică | V (Volt) | $U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$ |
| 5 | Rezistivitatea electrică | $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ sau $\Omega \cdot m$ | ρ |
| 6 | Rezistența unui conductor | Ω (Ohm) | $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ |
| 7 | Rezistența unui conductor dependentă de temperatură | Ω (Ohm) | $R_{(\Theta)} = R_{20} \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta\Theta)$ $\Delta\Theta = \Theta_2 - \Theta_1$ α_{20} – coeficientul de temperatură la $20^\circ C$ |
| 8 | Rezistența electrică a unei porțiuni de circuit | Ω (Ohm) | $R = \frac{U_{AB}}{I}$ |
| 9 | Rezistența electrică echivalentă pentru o conexiune serie | Ω (Ohm) | $R = \sum_i R_i$ |
| 10 | Rezistența electrică echivalentă pentru o conexiune paralelă | Ω (Ohm) | $\frac{1}{R} = \sum_j \frac{1}{R_j}$ |
| 11 | Energia electrică | Ws (Watt.secunda) | $W = \int_{t_1}^{t_2} u \cdot i \cdot dt$ $W = U \cdot I \cdot t$ |
| 12 | Puterea electrică | W (Watt) | $P = \frac{W}{t} = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$ |
| 13 | Capacitatea unui condensator plan | $\frac{A \cdot s}{V} = F$ (Farad) | $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ $\epsilon_0 = 8.86 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$ |
| 14 | Capacitatea electrică echivalentă pentru o conexiune serie | F | $\frac{1}{C} = \sum_j \frac{1}{C_j}$ |
| 15 | Capacitate electrică echivalentă pentru o conexiune paralelă | F | $C = \sum_j C_j$ |
| 16 | Inductivitatea unei bobine | H (Henry) $\frac{V \cdot s}{A} = H$ | $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot S}{l}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$ |
| 17 | Energia electrică acumulată într-un condensator | Ws | $W_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$ |
| 18 | Energia electrică acumulată într-o bobină | Ws | $W_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$ |
| 19 | Tensiunea electrică la bornele unei bobine | | $u_L(t) = L \cdot \frac{di}{dt}$ |

| | | |
|--|----------------|---|
| Curentul electric printr-o bobină | | $i(t) = \frac{1}{L} \cdot \int u(t) \cdot dt$ |
| Tensiunea electrică la bornele unei capacități electrice | | $u_c(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i(t) \cdot dt$ |
| Curentul electric printr-o capacitate | | $i(t) = C \cdot \frac{dU}{dt}$ |
| Reactanță inductivă | Ω (Ohm) | $X_L(\omega) = j \cdot \omega \cdot L = \omega \cdot L \cdot e^{j\frac{\pi}{2}}$ |
| Reactanță capacitivă | Ω (Ohm) | $X_C(\omega) = \frac{1}{j\omega \cdot C} = \frac{1}{\omega \cdot C} \cdot e^{-j\frac{\pi}{2}}$ |
| Impedanța | Ω (Ohm) | $Z(\omega) = Z \cdot e^{j\varphi} = \frac{U}{I} \cdot e^{j\varphi}$ $Z(\omega) = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $\text{tg}\varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$ |

3. Mersul lucrării

3.1 Prelucrarea regulilor de protecția muncii

Prezentele reguli se prelucrează cu toți studenții în prima ședință de laborator la care sunt prezenți. Toți studenții vor semna de luarea la cunoștință a normelor prezentate și le vor respecta obligatoriu pe parcursul desfășurării tuturor lucrărilor de laborator.

3.2 Unități de măsură

Pe baza relațiilor de calcul a unor mărimi fizice se vor calcula valorile unor mărimi derivate din domeniul electric ținându-se cont de unitățile fiecărei mărimi și efectuându-se transformările de vigoare. Se va consemna în cadrul referatului categoria unității de măsură întâlnită.

Exemplu

Lungimea unui rezistor electric este $l = 1200 \text{ mm}$. Secțiunea transversală a firului este circulară de diametru $d = 10^{-3} \text{ m}$. Firul este din nichel (99,5 Ni, 0,5 Mn) cu rezistivitatea $\rho = 0.09 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

Soluție:

Lungimea firului are unitatea de măsură tolerată (mm) iar în SI este:

$$l = 1200 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Diametrul firului are unitatea de măsură în SI.

Rezistivitatea firului are de asemenea unitate de măsură tolerată iar în SI:

$$\rho = 0.09 \cdot 10^{-6} \text{ } \Omega\text{m}.$$

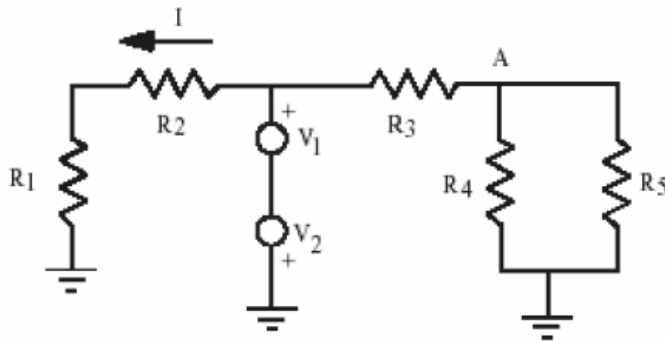
În aceste condiții rezistența electrică a firului este:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = \rho \cdot \frac{4 \cdot l}{\pi d^2} = 0.09 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 1200 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (10^{-3})^2} = 137,58 \cdot 10^{-3} \text{ } \Omega$$

Intrebări

- Un pF reprezintă:
 1. 10^{-5} F
 2. 10^{-6} F
 3. 10^{-9} F
 4. 10^{-12} F
 5. 10^{-15} F
- O tensiune de 1kV pe un rezistor de 10 MΩ determină un curent de:
 1. 10 kA
 2. 0.1 kA
 3. 10 mA
 4. 1 mA
 5. 0.1 mA

- Pentru circuitul din figură se cunosc: $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 9\text{ k}\Omega$, $R_3 = 10\text{ k}\Omega$, $R_4 = 1\text{ k}\Omega$, $V_1 = 5\text{ V}$, $V_2 = 10\text{ V}$. Care este rezistența echivalentă între nodul A și masă?



1. $1000\ \Omega$
 2. $2\text{ k}\Omega$
 3. $1\text{ k}\Omega$
 4. $0.5\ \Omega$
 5. $500\ \Omega$
- Pentru circuitul din figura anterioară care este potențialul nodului A ?
 1. -0.238 kV
 2. -0.238 mV
 3. -0.238 V
 4. 0.238 V
 5. 0.238 mV
 - Pentru circuitul din figură se cunosc $V_s = 2 \cdot \sin(100t)$, $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$, $C = 1\ \mu\text{F}$. Care este diferența de potențial pe rezistența R_1 ?
 1. $2 \cdot \sin(100t)$
 2. $2 \cdot \sin(50t)$
 3. $1 \cdot \sin(100t)$
 4. 2
 5. 0

