

# TEHNOLOGIA INSTALAȚIILOR ȘI ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

Cuvânt înainte .....	7
<b>Capitolul 1. Tehnologia industrială</b> .....	13
1.1. Sisteme de organizare a producției. ....	17
1.1.2. Metoda programării liniare. ....	19
1.2. Eficiența economică a producției tehnologice. ....	20
<b>Capitolul 2. Erori în procesele tehnologice</b> .....	21
2.1. Compararea a două mărimi. ....	25
2.2. Metoda grafică de analiză a datelor experimentale. ....	27
2.3. Calculul erorilor de bazare. ....	30
2.4. Erori de fabricație. ....	33
<b>Capitolul 3. Fiabilitatea sistemelor și echipamentelor electrice</b> .....	38
3.1. Calitatea produselor. ....	38
3.2. Noțiuni de fiabilitate. ....	42
3.3. Indicatori de fiabilitate. ....	44
3.4. Limitele indicatorilor de fiabilitate. ....	49
3.5. Legi de distribuție. ....	50
3.6. Încercări de fiabilitate. ....	53
3.7. Mentenabilitatea. ....	56
3.8. Disponibilitatea produselor. ....	59
<b>Capitolul 4. Tehnologii mecanice în fabricarea echipamentelor electrice</b> .....	62
4.1. Motoarele de curent continuu. ....	63
4.3. Generatoare de curent alternativ. ....	64
4.4. Construcția mașinilor de curent continuu. ....	67
4.5. Generatoarele de curent continuu utilizate în tracțiunea electrică. ....	72
4.6. Construcția generatoarelor. ....	74

<b>Capitolul 5. Tehnologie electronică</b> .....	81
5.1. Componente electronice.....	81
5.2. Tehnologia de lipire prin retopire cu utilizarea metodelor prin radiație și/sau convecție. ....	87
5.3. Tehnologia de lipire prin retopire în faza de vapori VPS.....	88
5.4. Defecte specifice tehnologiei de lipire prin retopire. ....	90
5.5. Tehnologia fabricării componentelor SMD. ....	92
<b>Capitolul 6. Protecția ESD</b> .....	99
6.1. Producerea descărcărilor electrostatice.....	102
6.2. Materiale compozite antistatice/disipative.....	105
6.3. Materiale textile utilizate pentru haine de protecție la descărcări electrostatice. ....	110
6.4. Protecția ESD a componentelor electronice. ....	114
<b>Capitolul 7. Tehnologia posturilor de transformare</b> .....	124
7.1. Echipamente folosite în construcția posturilor de transformatoare. ....	129
7.2. Construcția transformatoarelor de putere.....	134
<b>Capitolul 8. Tehnologii de realizare ale stațiilor de transformare</b> .....	142
8.1. Pregătirea montajului. ....	144
8.2. Manipularea echipamentelor.....	145
8.3. Tehnologia generală de montaj. ....	147
8.4. Tehnologia de montaj a unei stații electrice de tip exterior.....	147
8.4.1. Montarea barelor. ....	148
8.4.2. Montarea clemelor. ....	150
8.4.3. Montarea barelor capsulate.....	151
8.4.4. Montarea separatoarelor.....	151
8.4.5. Montarea întrerupătoarelor. ....	154
8.4.6. Montarea transformatoarelor de măsură. ....	156
8.4.7. Montarea descărcătoarelor. ....	157
8.4.8. Montarea transformatoarelor de putere.....	160
8.5. Stații electrice de tip interior. ....	162
8.5.1. Principii de realizare a instalațiilor electrice capsulate. ....	162
8.6. Tehnologia de montare a echipamentului secundar. ....	164

8.7. Tehnologia de montare ale instalațiilor de legare la pământ și paratrăsnet.....	164
<b>Capitolul 9. Tehnologia realizării liniilor electrice aeriene .....</b>	<b>166</b>
9.1. Tehnologia executării fundațiilor stâlpilor liniilor electrice aeriene.....	167
9.1.1. Tehnologia de fabricație a fundațiilor monolit.....	167
9.1.2. Tehnologia de execuție a fundațiilor burate.....	170
9.1.3. Tehnologia de execuție a fundațiilor prefabricate.....	171
9.1.4. Tehnologia de execuție a fundațiilor de tip pilot.....	171
9.1.5. Fundații din chesoane deschise.....	172
9.1.6. Fundații speciale.....	173
9.2. Tehnologia montării stâlpilor.....	174
9.2.1. Tehnologia de montare a stâlpilor metalici.....	174
9.2.2. Tehnologia montării stâlpilor de beton.....	178
9.3. Tehnologia montării conductoarelor.....	179
9.4. Linii electrice aeriene în curent continuu.....	184
<b>Capitolul 10. Protecția anticorozivă .....</b>	<b>186</b>
10.1. Coroziunea.....	186
10.2. Coroziunea electrochimică.....	189
10.3. Protecția anticorozivă.....	191
10.3.1. Protecția anticorozivă prin aliere.....	194
10.3.2. Protecția anticorozivă prin proiectare.....	196
10.3.3. Protecția anticorozivă prin acoperirea metalică a suprafețelor.....	196
10.3.4. Protecția anticorozivă prin acoperirea nemetalică a suprafețelor.....	201
10.3.5. Protecția la coroziune prin reducerea vitezei de coroziune a mediului.....	203
10.4. Alte metode de protecție anticorozivă.....	208
<b>Capitolul 11. Tehnologii de fabricație ale echipamentelor electrice din mediu exploziv .....</b>	<b>209</b>
11.1. Principiile prevenirii și protecției împotriva exploziei.....	210
11.2. Caracteristicile substanțelor inflamabile.....	214
11.3. Marcare.....	217
11.4. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție capsulare antideflagrantă "d".....	220

11.5. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție presurizare „p”.....	223
11.6. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție securitate mărită „e”.....	226
11.7. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție securitate intrinsecă „i”.....	229
11.8. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție încapsulare “m”.....	230
11.9. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție umplere cu pulbere „q”.....	232
11.10. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție imersare în ulei „o”,.....	233
11.11. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție specială ”s”.....	235
11.12. Tehnologia de fabricație a echipamentelor în modul de protecție nonincendiv ”n”.....	236
<b>Capitolul 12. Tehnologia tablourilor electrice.....</b>	<b>239</b>
12.1. Condiții impuse execuției și montării tablourilor electrice.....	242
12.2. Tehnologia de execuție a panourilor și tablourilor electrice de distribuție.....	242
12.3. Asamblarea tablourilor electrice.....	247
12.4. Condiții generale și constructive impuse tablourilor electrice de distribuție.....	252
12.5. Metode de verificare a cerințelor tablourilor de distribuție.....	258
<b>Bibliografie.....</b>	<b>264</b>

## Tehnologia industrială

Creativitatea omului a propulsat progresul științific în toate domeniile de activitate având ca rezultat obținerea unor produse și concepte noi.

În funcție de obiectivul dorit de obținere a produselor, se alege tehnologia adecvată fabricării acestuia. Dezvoltarea concepției de elaborare a produsului, duce la modificarea parametrilor interni ai proceselor tehnologice astfel încât produsul rezultat să fie cel dorit.

Odată cu apariția unor noi principii de obținere și funcționare ale echipamentelor și instalațiilor electrice și nu numai, se dezvoltă procesele tehnologice de elaborare a lor.

Există o strânsă legătură între produs, ca rezultat final al concepției, tehnologia de fabricație și producția propriu zisă.

Din punct de vedere al tehnologiei de fabricație și execuție, un produs sau un sistem poate avea două direcții:

- produs sau sistem dezvoltat, obținut în urma perfecționării tehnologiei de fabricație cu scopul de a mări performanțele față de varianta de produs sau sistem anterior.
- produs sau sistem nou, obținut ca urmare a concepțiilor noi rezultate în urma unor brevete de invenție.

În procesul de elaborare sau dezvoltarea unui produs apar câteva etape importante și anume:

- nota conceptuală, prin care se definește direcția și cerințele pentru produsul sau sistemul dorit.
- tema de proiectare prin care sunt stabilite principiile și metodele de obținere sau dezvoltare a produsului.
- studiul de soluție, care reprezintă o analiză tehnico-economică elaborată pe baza caracteristicilor tehnice ale produsului și a costurilor de fabricație estimate, metodele de eficientizare și reducere a costurilor.

- proiectul tehnic prin care se stabilesc detaliile de execuție ale produsului, sau caracteristicile tehnice ale sistemului electric. În această etapă sunt elaborate planșele detaliilor de execuție, dimensiunile și toleranțele, modul de asamblare al pieselor componente, prețul de cost final.
- execuția și omologarea prototipului, reprezintă etapa prin care produsul sau instalația rezultată, în urma implementării proiectului tehnic, este supusă încercărilor și verificărilor, astfel încât produsul să satisfacă cerințele notei conceptuale.
- proiectul tehnologic, care reprezintă schema optimizată de execuție a produsului sau sistemului dorit, sintetizează caracteristicile, schema de execuție, materialele utilizate, mașinile și sculele care vor fi folosite în obținerea produsului, timpul de muncă, numărul și pregătirea personalului executant, operațiile de control și de verificare.

**Procesul tehnologic** reprezintă totalitatea operațiilor executate asupra unui material, grup de materiale sau echipamente, în vederea obținerii produsului sau sistemului final.

Elementele care stau la baza definirii unui proces tehnologic sunt:

- Operația tehnologică, care reprezintă acțiunea efectuată de către un operator asupra materialului sau echipamentului în vederea obținerii produsului.
- Faza tehnologică, reprezintă partea operației care se execută repetat utilizând același procedeu tehnologic.
- Mișcarea, reprezintă partea unei faze prin care se execută o singură activitate.

În elaborarea unui proces tehnologic este necesar a se stabili elementele care caracterizează produsul finit, cantitatea de material necesară, timpul de execuție, dispozitivele și instalațiile utilizate în vederea obținerii produsului.

Elementele componente ale documentației tehnologice a produsului sunt:

- desenele de execuție ale componentelor. Aceste desene sunt elaborate și aprobate în cadrul proiectului tehnic,

- fișele tehnologice ale componentelor,
- lista de materiale utilizate,
- lista de echipamente, utilaje și aparate utilizate,
- instrucțiuni tehnologice elaborate pentru anumite faze complexe.

**Fișa tehnologică** reprezintă elementul de bază care definește un produs finit. Aceasta trebuie să conțină câteva elemente de bază în identificarea produsului și anume:

**Date generale:**

- întreprinderea și secția,
- numărul fișei tehnologice,
- numărul comenzii,
- numărul reperului,
- data întocmirii fișei tehnologice,
- produsul și numărul de piese,
- numele tehnologului,
- materialul, standardul semifabricatului,

**Date privind procesul tehnologic:**

- numărul operației,
- denumirea operației,
- atelierul,
- mașinile și sculele utilizate,
- indicații tehnologice,
- numărul de bucăți,
- calificarea muncitorului,
- timpul normat,
- valoarea manoperei,
- desene tehnice de execuție cu precizarea dimensiunilor de gabarit și de execuție.



Organizarea proceselor de producție se elaborează pe baza unor principii care conduc la optimizarea costurilor de execuție și a timpilor de execuție. Studiul de optimizare asigură informațiile necesare amplasării în timp și spațiu a locurilor de muncă, echipamentelor și utilajelor necesare executării operațiilor și a fazelor tehnologice.

Principiile de bază în organizarea proceselor de producție sunt:

1. Principiul ritmicității care presupune optimizarea timpilor de execuție a unei cantități constante de produs. Ritmul de producție se calculează în funcție procesul tehnologic executat.

Ritmul de producție se calculează cu relația

$$R = k \cdot t \quad (1.1)$$

unde:

$R$  reprezintă ritmul de producție,

$k$  reprezintă un coeficient legat de tipul de producție,

$t$  reprezintă timpul necesar pentru execuția unui produs.

Valorile coeficientului de producție  $k$  sunt proporționale cu tipul de producție. Experimental au fost determinate următoarele valori ale coeficientului legat de tip de producție:

$k = 1$  pentru o producție de masă,

$1 < k < 20$  pentru o producție de serie,

$k > 20$  pentru o producție individuală.

Din această relație rezultă că introducerea progresului tehnic în elaborarea produsului finit conduce la micșorarea timpului de execuție și a ritmului de producție.

2. Principiul specializării producției conform căruia executarea unui produs sau grup de produse se repetă în cadrul unui nivel de producție utilizând aceleași utilaje și echipamente.

Specializarea poate fi la nivel de producție, de la nivelul locului de muncă până la nivel de secție sau chiar întreprindere.

Acest principiu se bazează pe folosirea la maximum a timpului de producție programat.

Relația de verificare a timpului de producție este:

$$t_k \leq \frac{F_t}{Q} \quad (1.2)$$

unde

$t_k$  reprezintă durata prelucrării unui produs,

$F_t$  reprezintă fondul de timp programat executării produselor,

$Q$  reprezintă volumul producției.

În cadrul unui flux tehnologic deplasarea obiectelor de la un loc de muncă la altul se face bucată cu bucată. Pentru optimizarea timpilor de deplasare se introduc, în general, linii de transport automate.

## 1.1 Sisteme de organizare a producției.

În vederea optimizării costurilor de producție și a eficientizării locurilor de muncă, sunt definite câteva sisteme de producție care sunt organizate după anumite metode.

### 1.1.1 Metoda drumului critic.

Această metodă analizează și eficientizează producția ținând cont de un singur parametru și anume **timpul**.

Drumul critic reprezintă durata traseului produsului de la faza de început a proiectului până la sfârșit.

Pentru determinarea drumului critic, traseul produsului se divizează în activități componente în ordinea efectuării lor, specificându-se timpii de execuție.

În elaborarea drumului critic se va ține cont și de condițiile restrictive din cadrul activităților componente divizate.

Considerăm că activitățile desfășurate în vederea obținerii unui produs sunt sintetizate într-un tabel, astfel

Tabel 1.1. Tabelul condițiilor restrictive.

Activitatea	Activitatea precedentă	Timpul
1	-	3
2	-	5
3	1	1
4	2	2
5	3,4	6
6	3	2
7	5	5

În urma definitivării tabelului cu operații distincte se trece la întocmirea grafului activităților.

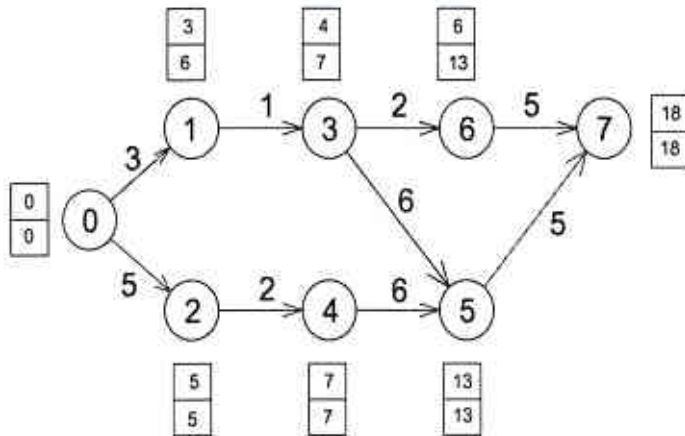


Fig 1. Graful activităților de producție.

Termenele minime ale evenimentelor se calculează astfel:

$$T_{\min 0} = 0$$

$$T_{\min 1} = \max \{(0+3)\} = 3$$

$$T_{\min 2} = \max \{(0+5)\} = 5$$

$$T_{\min 3} = \max \{(3+1)\} = 4$$

(1.3)

$$T_{\min 4} = \max \{(5+2)\} = 7$$

$$T_{\min 5} = \max \{(7+6), (4+6)\} = 13$$

$$T_{\min 6} = \max \{(4+2)\} = 6$$

$$T_{\min 7} = \max \{(6+5), (13+5)\} = 18$$

Termenele maxime ale evenimentelor sunt:

$$T_{\max 7} = 18$$

$$T_{\max 6} = \min \{(18-5)\} = 13$$

$$T_{\max 5} = \min \{(18-5)\} = 13$$

$$T_{\max 4} = \min \{(13-6)\} = 7$$

$$T_{\max 3} = \min \{(13-2), (13-6)\} = 7$$

$$T_{\max 2} = \min \{(7-2)\} = 5$$

$$T_{\max 1} = \min \{(7-1)\} = 6$$

$$T_{\max 0} = \min \{(6-3), (5-5)\} = 0$$
(1.4)

Fiecărei activități  $a_i$  cu o durată  $d_i$  se pot defini patru termene și anume:

Termenul minim de start, care reprezintă cel mai devreme moment când poată să înceapă un eveniment.

Termenul minim de finalizare, care reprezintă cel timpuriu moment când poate fi finalizat evenimentul.

Termenul maxim de start, care reprezintă cel mai târziu moment când poate să înceapă un eveniment.

Termenul maxim de finalizare, care reprezintă cel mai târziu moment când poate să se finalizeze un eveniment.

### 1.1.2. Metoda programării liniare.

Această metodă analizează și optimizează resursele ținând cont atât de obiective cât și de restricții.

În dezvoltarea acestei metode se ține seama de datele de intrare și de drumul care trebuie optimizat.

Rezolvarea problemei de optimizat se reduce la un sistem de ecuații matematice având constante, datele de intrare și variabile, drumul posibil dintre datele de intrare.

Rezolvarea ecuațiilor presupune două etape:

- determinarea unei soluții inițiale a problemei,
- optimizarea succesivă a soluției, până la determinarea valorii minime a funcției de optimizat.

## 1.2. Eficiența economică a producției tehnologice.

Organizarea producției în flux reprezintă cea mai utilizată metodă de obținerea produselor finite. O eficiență economică ridicată poate fi obținută doar prin aplicarea tehnologiilor moderne în procesul de producție și a organizării științifice a activității.

Eficiența economică are ca rezultat creșterea productivității muncii.

Utilizarea mașinilor complexe de înaltă tehnologie la locurile de muncă fac ca personalul deservent să aibă o calificare înaltă și de asemenea randamentul să fie superior cazului utilizării tehnologiilor clasice.

Regimul optim de muncă și înlocuirea personalului operator uman cu roboți care să asigure activități repetitive în cadrul procesului tehnologic, conduc la eliminarea rebuturilor, mărirea calității produsului și a lotului de produse.

Automatizarea producției poate fi **simplă**, atunci când în procesul tehnologic se introduc diverse aparate sau dispozitive, iar personalul uman are rol doar de supraveghere a funcționării acestora, sau automatizare **complexă**, care poate fi obținută prin combinarea mai multor automatizări simple formând secții sau chiar întreprinderi complet automatizate.

Conducerea procesului tehnologic poate fi realizată *centralizat* cu ajutorul unui calculator de proces de tip off-line care controlează procesul tehnologic și transmite date către operatorul care ia decizii asupra comenzilor și operațiilor viitoare, sau poate fi o conducere realizată *automat* utilizând un calculator integrat în proces cu funcționare on-line, care preia date, le analizează și apoi emite comenzi către procesul tehnologic.

Tendința este de a automatiza procesele de producție, prin care se urmărește eliminarea intervenției directe a operatorului uman, asigurându-se desfășurarea lor în conformitate cu anumite cerințe impuse.