

ERGOINGINERIA MEDICAL-DENTARĂ ȘI INSTALAȚIA ELECTRICĂ AFERENTĂ

Ing. Pavel ȘTEFAN

Universitatea „Politehnica” – Timișoara;

REZUMAT. Ergoingineria medicală și instalația electrică din unitățile medical dentare, au importanța lor în buna funcționare, în siguranța în exploatare, în protecția atât a personalului medical dentar sau a tehnicienilor dentari, cât și a pacientului. Neglijate sau neluate în seamă mult timp acum e vremea să fie adaptate cerințelor din acest domeniu și noilor tehnologii.

Cuvinte cheie: instalația electrică, instalația de iluminat, ergoinginerie medical dentară, transformator de separație.

ABSTRACT. Medical electrical engineering (ergo engineering) and power panels of dental medical units are having a larger importance in keeping good functioning, operational reliability, safety issues of doctors, technicians (laboratory technicians) and patients. Neglected or unlooked at properly according to customized modern regulations and the possibilities of the new technology, now it is highly the time to reconsider.

Keywords: electrical installation, lighting, dental medical electrical engineering, separation transformer.

1. INTRODUCERE

Noile aparate, echipamente electrice și tehnologii cu care se lucrează în domeniul medical dentar, ne determină să concepem, să proiectăm și să executăm instalații electrice tot mai performante, cu grad înalt de siguranță în exploatare, eficiente energetic și ușor de întreținut.

2. ERGOINGINERIA MEDICAL-DENTARĂ

O clinică modernă de medicină dentară este necesar să aibă o foarte bună arhitectură, bazată pe ergoinginerie și ergonomie medicală. Partea de medicină dentară este compartimentată în:

- cabinetul de profilaxie dentară;
 - cabinetul de tratamente;
 - cabinetul de operații maxilo-faciale;
 - sala de implantologie;
 - sala de radiografii alveolare și panoramice
- Rontgen;
- zona administrativă, recepție, grupuri sanitare pentru pacienți și personal, garderobă și sala de pauză;
 - zona tehnică: sala compresorului, zona pentru pompa de aspirație, grupul generator electric, cazanul termic, depozit pentru materiale tehnice și materiale destinate uzului dentar.

În figura 1 este prezentat un exemplu de împărțire a spațiului într-un cabinet dentar unde constatăm că acesta este distribuit în patru zone:

- zona pentru pacienți;

- zona pentru personalul medical;
- zona pentru desfășurarea procesului medical;
- zona administrativă și pentru recepție.

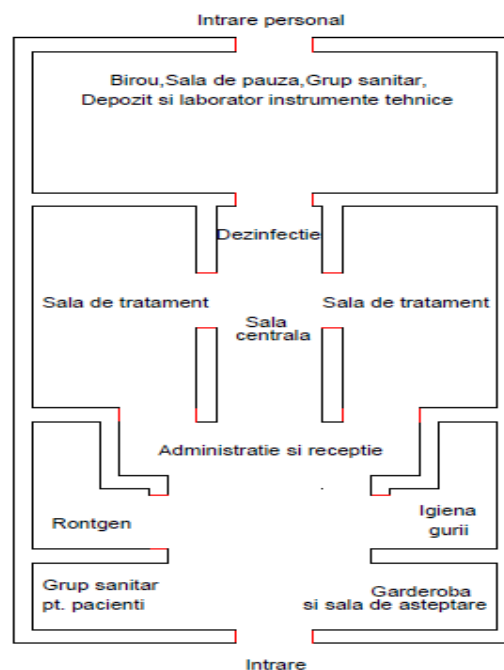


Fig. 1. Împărțirea spațiului într-un cabinet dentar.

Laboratorul de tehnică dentară are o arhitectură mai complexă datorită multitudinii de operațiuni din procesul tehnologic și este recomandat să fie în clinica dentară sau în apropierea acestuia pentru o bună colaborare și eficiență.

ERGOINGINERIA MEDICAL-DENTARĂ ȘI INSTALAȚIA ELECTRICĂ AFERENTĂ

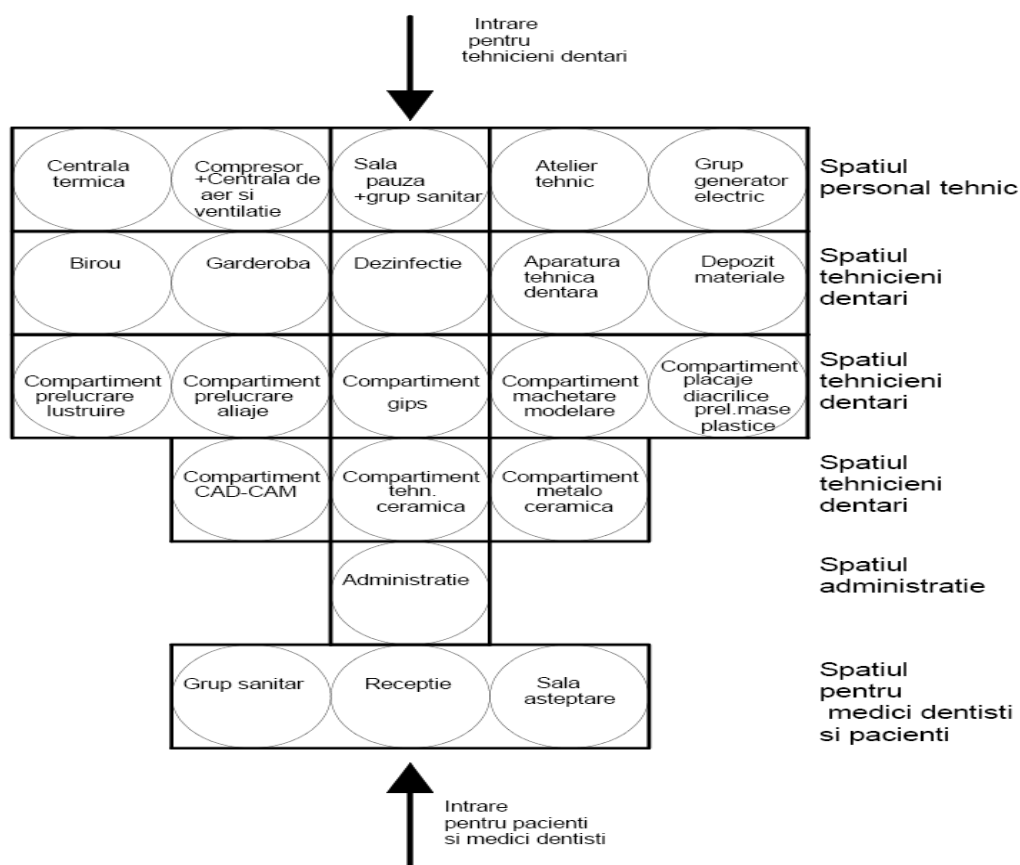


Fig. 2. Schema de amplasare a spațiilor din laboratorul de tehnică dentară.

Tabelul 1. Receptori electrici dintr-un cabinet de medicină dentară cu două posturi de lucru

Nr.	Denumirea receptorului electric	Puterea nominală P_n [W]
01	Unit dentar = 2 buc.	1400
02	Lampa U.V. = 2 buc.	60
03	Lampa fotopolimerizare = 2 buc.	100
04	Aparat de detartraj = 2 buc.	200
05	Negatoscop = 2buc	72
06	Casa de marcat = 2buc.	100
07	Radio-casetofon = 2 buc.	100
08	Încărcător electric = 2buc.	6
09	Laptop = 2buc	200
10	Aparat aer condiționat = 2buc.	4000
11	Aerotermă = 2 buc.	3200
12	Filtru cafea = 2 buc.	2400
13	Frigider = 2buc	600
14	Compresor = 2buc.	3000
15	Etuva = 2buc.	1000
16	Pupinel = 2buc.	3000
17	Calculator = 2 buc.	600
18	Aspirator = 2buc.	2400
19	Aparat TV = 1buc.	300
20	Iluminat	612
		Total 23 950 W

Pentru a proiecta o instalație electrică destinată unităților de medicină dentară (cabinetul dentar și laboratorul de tehnică dentară) și nu numai, trebuie stabilită sarcina maximă, posibilă, care va solicita sistemul de alimentare.

Totodată trebuie să se stabilească coeficientul de simultaneitate (k_s – funcționarea nesimultană a sarcinilor) și coeficientul de utilizare (k_u – puterea consumată de o sarcină este mai mică decât puterea nominală indicată).

Aplicarea k_u , coeficientul de utilizare, și k_s , coeficientul de simultaneitate permit astfel determinarea unei cereri reale de putere pentru a dimensiona corect instalația electrică.

3. SURSE DE ALIMENTARE PENTRU UNITĂȚILE MEDICALE ȘI SELECTIVITATEA

Conform IEC 60364-5-55, clauza 556 în locația medicală, sistemul de distribuție electric este obligatoriu proiectat și executat astfel încât să se efectueze anclanșarea automată de la rețeaua distribuitorului zonal la sursa de rezervă, numită *sursa de alimentare de siguranță* (generator).

EDUCAȚIE ȘI INGINERIE

Tabelul 2. Receptori electrici din laboratorul de tehnică dentară

Compartimentul din laboratorul de tehnică dentară	Denumirea receptorului electric sau instrument	Puterea nominală P_n în [W]	Total putere nominală P_n / compartiment [W]
Compartimentul GIPS	Pindex	120	4929 W
	Model cat	100	
	Sablator cu aspirator	1009	
	Stimer (Vaporizator)	2200	
	Vacummalaxor	500-600	
	Soclator	400-600	
	Măsuță vibratoare	170-300	
	Ciocan pneumatic	---	
Compartimentul MACHETARE	Spatulă (cuțit electric)	500	2100 W
	Baia de ceară	500	
	Aparat de curățit instrumentar	700	
	Lampă cu lupă	50	
	Paralelograf electric	300	
	Cîntar electronic	50	
Compartimentul MASE PLASTICE	Aparat pentru polimerizare compozite	600	600 W
	Oală presiune pentru polimerizare rășini acrilice	-	
Compartimentul DIACRILICE	Aparat pentru confecționat gutiere	300	800 W
	Aparat fotopolimerizare	400	
	Lampa foto	100	
Compartimentul PRELUCRĂRI ALIAJE	Micromotor	100-200	2200 W
	Polizor cu motor biax	500	
	Polizor cu aspirator	1500	
Compartimentul PRELUCRĂRI LUSTRIURE	Cuptor pentru preîncălzire	1500	5700 W
	Cuptor pentru topire, turnare	2200	
	Polizor biax	500	
	Polizor biax cu aspirator	1500	
Compartimentul CAD-CAM	Aparat scanare și calculator		3000 W
	Aparat de frezare		
Compartimentul TEHNICĂ-CERAMICĂ	Cuptor integral ceramică	1500	3200 W
	Cuptor pentru preîncălzit	1500	
	Micromotor	100-200	
Compartimentul METALO-CERAMICĂ	Cuptor integral ceramică	1500	2570 W
	Micromotor	100-200	
	Pompă vid	700	
	Măsuță vibratoare	170	
Total: 25099 W			

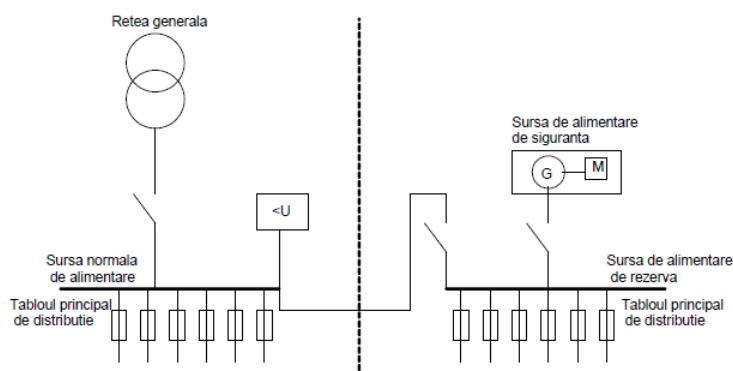


Fig. 3. Comutarea automată de la rețeaua principală de alimentare la sursa de rezervă.

Conexiunea sursei de alimentare pentru echipamentele electrice necesită : mai mult de 15 secunde, egal sau mai puțin de 15 secunde și mai puțin sau egal cu 0,5 secunde.

A) mai mult de 15 secunde:

- încărcătoarele pentru acumulatori;

- echipamente pentru încălzire, ventilare și aer condiționat;

- echipamente de sterilizare.

B) egal sau mai puțin de 15 secunde:

- sisteme de evacuare a fumului;

- lifturile;

- echipamente de protecție și alarmă contra incendiilor (și stingerea acestora).
- căile de evacuare în cazuri speciale;
- iluminatul de avarie al căilor de acces;
- încăperi cu echipamente vitale;
- sălile și camerele din **grupa 1** să aibă cel puțin un corp de iluminat cu lampă funcțională care se alimentează de la sursa de rezervă;
- tablouri electrice (panouri) de distribuție pentru energie electrică atât pentru cele de serviciu de siguranță cât și cele uzuale;
- spațiile unde se află întrerupătoarele și comanda generatoarelor

C) mai puțin sau egal cu 0,5 secunde:

- mesele de operație;
- echipamente esențiale cu mențiunea ca durata să fie de 24 de ore de funcționare a sursei auxiliare care poate fi redusă la 3 ore de comun acord cu personalul medical.

Conform SR EN 60947-2: „selectivitatea este coordonarea dispozitivelor de întrerupere automată pentru care un defect apărut în orice punct al rețelei va fi eliminat doar de întrerupătorul automat plasat în amonte. Imediat în amonte și doar de el”.

Selectivitatea este necesară și importantă la proiectarea instalației electrice și contribuie la continuitatea în alimentarea cu energie electrică a acesteia.

Însemnând că numai partea cu defect va fi scoasă de sub tensiune, ea realizând localizarea circuitului defect și continuitatea în alimentarea celorlalte circuite.

Este o măsură principală de a crea o coordonare eficientă între întrerupătoarele automate de protecție din amonte și din aval.

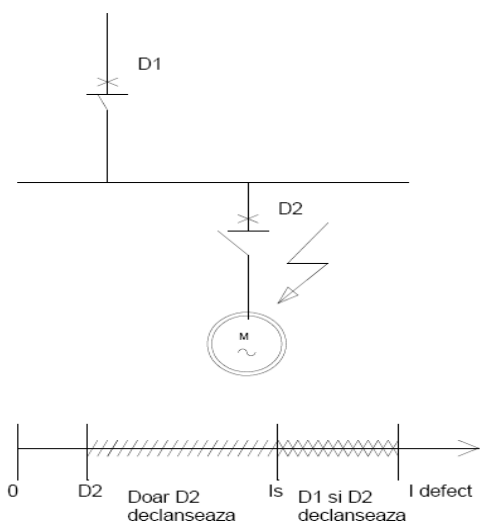


Fig. 4. Coordonarea între întrerupătoarele automate.

Un curent de selectivitate I_s este definit astfel încât curentul de defect să fie mai mic decât curentul de selectivitate ($I_{defect} < I_s$), în acest caz doar D2 elimină defectul iar selectivitatea este asigurată.

În cazul în care curentul de defect este mai mare ($I_{defect} > I_s$) decât curentul de selectivitate, ambele întrerupătoare automate pot declanșa și selectivitatea este neasigurată.

3.1. Selectivitatea dispozitivelor de protecție diferențială

Selectivitatea dispozitivelor de protecție diferențială reprezintă timpii de NEDECLANȘARE ai acestor dispozitive de tip (S) și (R) și care asigură selectivitatea cu alte dispozitive de protecție diferențială plasate în aval.

Dispozitivul de protecție diferențială amplasat în amonte, este necesar să fie de tip S, (SELECTIVITATE) numai dacă protecția diferențială din aval este INSTANTANEE.

Dispozitivul de protecție diferențială amplasat în amonte, este necesar să fie de tip R (TEMPORIZAT) numai dacă protecția diferențială din aval este de tip S.

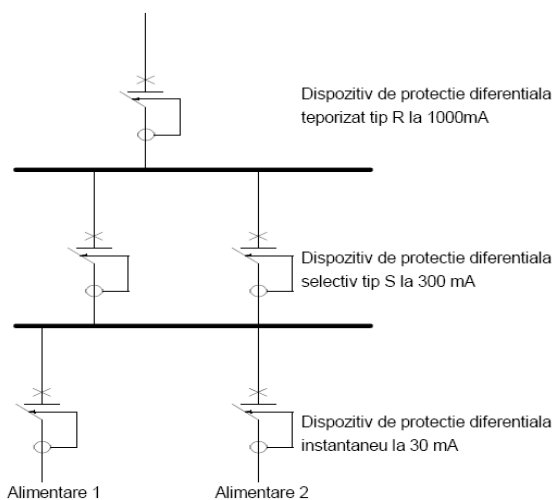


Fig. 5. Schema de selectivitate pe trei nivele.

În figura 5 este prezentată selectivitatea pe trei nivele care asigură continuitate în alimentarea cu energie electrică iar curentul de defect va întrerupe aparatul situat în amonte de defect și numai acesta.

Sensibilitatea dispozitivului de protecție diferențială care este montat în amonte, trebuie să fie de cel puțin 3 ori sensibilitatea dispozitivului de protecție diferențială care este montat în aval.

Curentul de defect care apare în aval de dispozitivul de protecție diferențială de 30 mA, va întrerupe curentul în 40 ms, iar dispozitivul de protecție diferențială S și R în 80 ms și respectiv 200 ms.

Niciunul nici cele două nu va declanșa.

În cazul în care curentul de defect va apărea în aval de dispozitivul de protecție diferențială de tip S, acesta întrerupe curentul în 175 ms iar dispozitivul de protecție de tip R în 200 ms, deci nu va declanșa.

Continuitatea în alimentare cu energie electrică este asigurată dacă utilizatorul respectă regulile de selectivitate.

3.2. Sistemul IT

Sistemul IT din spațiile medicale constă într-un transformator de separație, dispozitiv de monitorizare a rezistenței de izolație, a curentului de sarcină și a temperaturii în înfășurările transformatorului.

Monitorizarea continuă a izolației permite depistarea imediată a rezistenței de izolație și semnalizarea fără a se întrerupe alimentarea cu energie electrică.

Protecția la suprasarcină nu este permisă în amonte sau aval pe circuitul de alimentare al transformatorului de separație pentru că există riscul să apară întreruperi neașteptate; se pot folosi siguranțe pentru protecția la scurt-circuit.

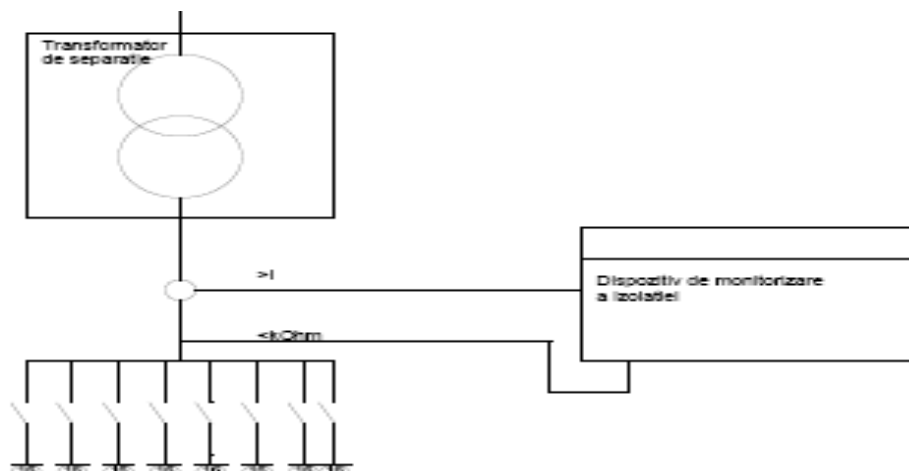


Fig. 6. Transformatorul de separație cu protecția la supratensiune și suprasarcină.

3.3. Transformatorul pentru sistemul IT medical

Este construit monofazat și trifazat cu puterea aparentă (P_a) de la 1 la 10 kVA cu variante orizontale și verticale în carcase metalice.

Transformatorul de separație pentru sistemul medical are ca cerințe principale:

- ❖ curentul de tranziție la pornire $\leq 12 \times I_n$;
- ❖ curentul de intrare la mersul în gol $\leq 3\%$;
- ❖ tensiunea de scurt-circuit $\leq 3\%$.

4. INSTALAȚIA DE ILUMINAT ÎN CABINETUL DENTAR

Norma DIN 5039 definește că:

– aparatul electric este cel care distribuie lumina, o filtrează și o transformă (cu filtre, reflectoare și carcasă protectoare).

– lămpile sunt surse artificiale de lumină.

Transformatorul de separație trebuie să aibă protecția la suprasarcină și supratensiune.

În figura 6 sunt reprezentate:

- transformatorul de separație din sistemul IT;
- dispozitivul de monitorizare a izolației care:
 - măsoară și indică temperatura înfășurării transformatorului de separație;
 - măsoară și arată curentul de sarcină prin intermediul unui transformator de măsură al curentului.
- întrerupătoarele magneto-termice și prizele pentru receptorii echipamentelor electrice medicale.

Acest dispozitiv de monitorizare a izolației, avertizează staff-ul medical printr-un semnal acustic și vizual de posibilitatea de a întrerupe alimentarea altor echipamente electrice care nu sânt folosite iar în caz de scurt-circuit are protecție la suprasarcină.



Fig. 7. Transformator de separație pentru sistemul medical.

Conform normativului DIN 67505:

– iluminatul general E1 al încăperii trebuie să fie cuprins între 500-1000 lux;

– iluminatul unde se face tratamentul, E2 (mediul înconjurător între 1000-2000 lux) - în această zonă se află capul pacientului și spațiile aferente instrumentarului medical dentar inclusiv mobilierul aferent;

– iluminarea E3, reprezintă spațiul în care se face operația și este cuprinsă între 8000-15000 lux.

Lumina zilei și lămpile se vor folosi pentru iluminarea E1 și E2.

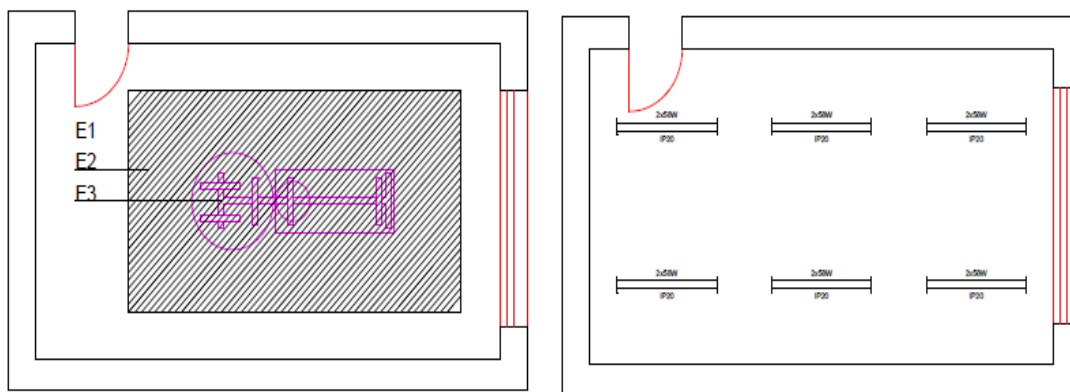


Fig. 8. Iluminatul cabinetului dentar conform DIN 67505 și 500 lux pe suprafața de lucru.

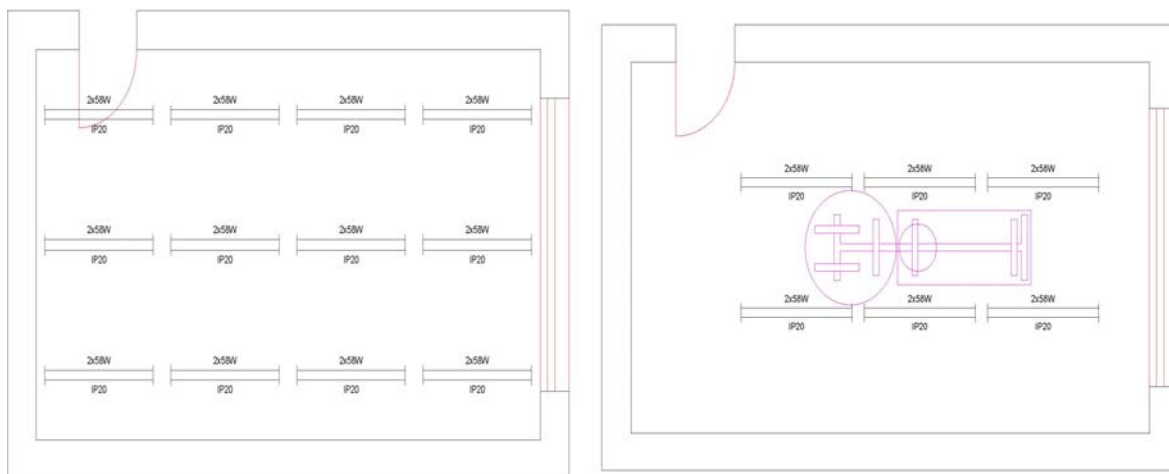


Fig. 9. Instalația de iluminat cu peste 1000 de lux pe suprafața de lucru E2.

4.1. Iluminatul artificial în sala de implantologie

Fiind o sală de operație și conform: Normativului pentru proiectarea și execuția sistemelor de iluminat artificial din clădiri indicativ NP-061-02, trebuie să se încadreze între 1000 și 2000 de lux.

În figura 8 se prezintă instalația de iluminat cu 1000 lux pe întreaga suprafață de lucru din sala de implantologie

4.2. Balastul electronic și lampa fluorescentă Master TL5 HO 90 De Lux pentru corpurile de iluminat aferente unităților medical dentare

Instalația de iluminat artificial din toate amplasamentele medical dentare, trebuie executată cu aparataj (corpuri de iluminat) dotate cu balasturi electronice performante, cu durata de viață de 50.000 de ore de funcționare, eficiente din punct de vedere al consumului de energie electrică.

Pentru buna desfășurare a activităților profesionale și pentru a crea o atmosferă de confort vizual este recomandat ca lămpile folosite să fie cu Ra (indicele de culoare) de 92 și temperatura de culoare cuprinsă între 5.200 – 5.500 °K (grade Kelvin) pentru toate zonele. P_i (puterea instalată) pentru fiecare corp se face în funcție de dimensiunile spațiului respectiv, dimensiunea spațiului vitrat iar amplasarea lor se face după un amplu calcul luminotehnic.

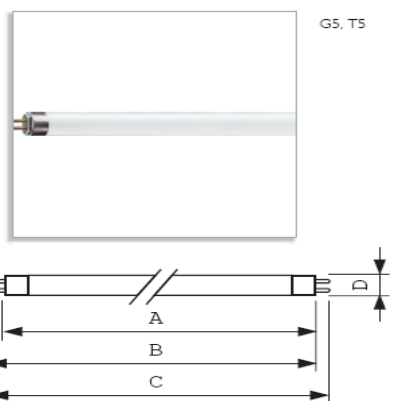
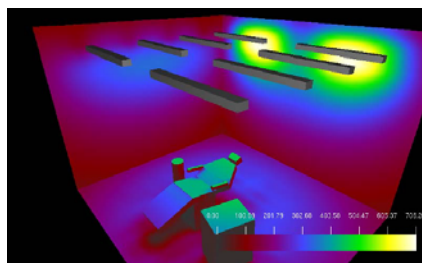
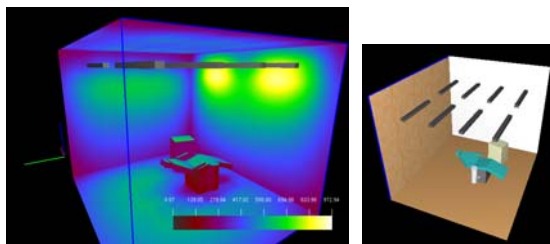
Caracteristicile lămpii fluorescente Master TL5 HO 90 De Lux:

- cod culoare 950 (lumină de zi);
- cromaticitatea pe coordonata X, 340;
- cromaticitatea pe coordonata Y, 352;
- indicele de redare al culorii, 92;
- temperatura de redare a culorii, 5200 °K;
- flux luminos, 4200 lux;
- eticheta de eficiență energetic, clasa A;
- conținut de mercur (Hg) 1,4;
- funcționare între 19.000-24.000 de ore;

Tubul T5 (G5 reprezintă codul duliei pentru acest tub).

Tabelul 3. Tipuri de balasturi electronice

Balast electronic cu preîncălzirea rapidă a filamentului	Balast electronic cu preîncălzirea programată a filamentului	Balast electronic reglabil
Balast electronic HF-S EEI A3	Balast electronic performant HF-P EEI A2	Balast electronic reglabil HF-R EEI A1
Durata de viață a balastului 30.000 de ore de funcționare	Durata de viață a balastului 50.000 de ore de funcționare	Durata de viață a balastului 50.000 de ore de funcționare
Nerecomandat pentru a fi folosit în combinație cu senzori de prezență	Poate fi folosit în combinație cu senzori de prezență	Poate fi folosit în combinație cu senzori de prezență, precum și reglarea fluxului luminos, senzor sau telecomandă
Intervalul de temperatură pentru amorsarea lămpii (-25°) - (+50°)	Intervalul de temperatură pentru amorsarea lămpii (-25°) - (+50°)	Intervalul de temperatură pentru amorsarea lămpii (-5°) - (+50°)
Aprindere rapidă <1,5 s	Aprindere rapidă <1,5 s	Aprindere rapidă <2 s



G5, T5

Product	A (Max)	B (Min)	B (Max)	C (Max)	D (ø)
TL5 HO 49W/940	1449.0	1453.7	1456.1	1463.2	17
TL5 HO 49W/950	1449.0	1453.7	1456.1	1463.2	17
TL5 HO 49W/965	1449.0	1453.7	1456.1	1463.2	17
TL5 HO 24W/940	549.0	553.7	556.1	563.2	17
TL5 HO 24W/950	549.0	553.7	556.1	563.2	17
TL5 HO 24W/965	549.0	553.7	556.1	563.2	17
TL5 HO 54W/940	1149.0	1153.7	1156.1	1163.2	17
TL5 HO 54W/950	1149.0	1153.7	1156.1	1163.2	17
TL5 HO 54W/965	1149.0	1153.7	1156.1	1163.2	17

Fig. 10. Dimensiunile lămpii fluoescnte TL5 HO.

4.3. Simulare pe calculator a parametrilor luminotehnici a instalației de iluminat din cabinetul de medicină dentară

Figurile următoare ilustrează simularea pe calculator a parametrilor luminotehnici ai instalației de iluminat



5. BIBLIOGRAFIE

- [1] Biblioteca AGIR, AIIR, SIEAR, UPT.
- [2] Normativul I7-201.
- [3] *Manual de instalații electrice*, ediția 2007 Schneider Electric;
- [4] *Manual de instalații. Instalații electrice și de automatizare*, Editura Artecno, 2011.
- [5] Normativul NP-062-02.
- [6] Văcărescu Valeria, *Ergoingineria medicală*.
- [7] Bianchi C., Centea O., Ionescu C., Miran N, *Proiectarea instalațiilor de iluminat electric*, Editura Tehnică, București, 1981.
- [8] Bianchi C., *Luminotehnica*, vol.1 și 2, Editura Tehnică București ,1990.
- [9] Ionescu C. , Ionescu D., *Automatizări, Aplicații*, Institutul de Construcții București, 1983.
- [10] Ionescu C. ,Inescu D., *Instalații pentru construcții*, Editura Tehnică București, 1987.
- [11] Nica E., *Realizarea instalațiilor electrice în medii sterile din ind ustria de medicamente*, Conferința de Instalații, Sinaia, 1997.
- [12] Nica E., *Influența câmpurilor electromagnetice asupra unor procese ce se desfășoară în camere curate*, Conferința de Instalații, Sinaia, oct. 2000.
- [13] De Boer J.B., Fischer D., *Iluminatul interior*, Editura Tehnică, București, 1984.
- [14] IEC 60364-7-710.
- [15] Internetul și proiectele de instalații electrice executate de ing. Pavel Ștefan.