

Liceul Tehnologic „DOAMNA CHIAJNA” – Ilfov

Catedra Tehnologii

Prof. Ec. Ing. Cătălin BERECHEȚ

## ANALIZĂ

privind recuperarea rezultatelor învățării restante din anul școlar 2019-2020 sem. II în  
cadrul anului școlar 2020-2021

I.

Rezultate ale învățării din modulul analizat al anului anterior	Conținuturi restante ale modulului analizat din anul anterior	Module și conținuturi ale modulelor în care pot fi preluate/integrate conținuturile restante ale modulului analizat din anul anterior	Justificare / recomandări / sugestii metodologice / observații
1	2	3	4
<b>Modulul restant: CIRCUITE ELECTRONICE ANALOGICE (M1) – TC, Clasa a XI-a, Profilul Tehnic, Domeniul „Electronică Automatizări”, Specializarea „Tehnician operator tehnică de calcul”, Nivelul 4</b>		<b>Modulul recuperator: SISTEME CU MICROPROCESOARE / MICROCONTROLERE (M4) – CDL, Clasa a XII-a, Profilul Tehnic, Domeniul „Electronică Automatizări”, Specializarea „Tehnician operator tehnică de calcul”, Nivelul 4</b>	
<b>RI 7.1.1. Circuite electronice analogice uzuale</b>	<b>Circuite de formare a impulsurilor</b> - scheme electrice de principiu - principii de funcționare - diagrame de semnal - circuite de limitare, integrare, derivare - circuite basculante: astabile, monostabile, bistabile	<b>RI 15.1.2. Arhitectura funcțională și programarea unui microprocesor / microcontroler</b> - dispozitivele periferice suplimentare din construcția unui microcontroler: temporizatoare, generatoare de impulsuri modulate în durată,	<b>Justificare:</b> Microcontrolerele conțin dispozitive periferice și linii de port I/O cu ajutorul cărora se pot realiza, practic, orice forme de semnal obținute cu ajutorul circuitelor electronice analogice dedicate din categoria circuitelor de formare a impulsurilor și releelor electronice, astfel încât <b>recuperarea este posibilă prin preluare / integrare.</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- realizarea circuitelor de formare a impulsurilor</li> <li>- verificarea funcționalității circuitelor de formare a impulsurilor cu ajutorul aparatelor de măsură și control</li> <li>- depistarea și remedierea defectelor constatate</li> </ul>	<p>interfețe seriale, convertoare A/D și D/A, comparatoare analogice, linii speciale de intrare / ieșire pentru conexiunea la dispozitive periferice externe, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caracteristicile de timp ale semnalelor microprocesorului / microcontrolerului.</li> </ul>	<p><b>Recomandări:</b> 1) Preluarea / integrarea se va face, în mod natural, atunci când se ajunge la analiza dispozitivelor periferice suplimentare din construcția unui microcontroler (spre sfârșitul parcurgerii modului recuperator), aprofundându-se, mai întâi, rezultatele învățării ce trebuie recuperate din anul anterior și, apoi, abordându-se legătura indisolubilă cu rezultatele învățării vizate de modulul recuperator.</p> <p>2) Verificarea însușirii inclusiv a rezultatelor restante ale învățării se va face: fie prin teste separate, fie prin teste combinate de evaluare a dobândirii rezultatelor atât vechi cât și noi ale învățării, fie prin testul de evaluare sumativă, fie prin toate cele trei procedee amintite anterior.</p> <p><b>Sugestii metodologice:</b> Se vor aplica preponderent metodele de învățare activă:</p> <p><b>Observatii:</b> Nu există vreun alt modul tehnic de trunchi comun din clasa a XII-a în care oricare din rezultatele învățării din clasa a XI-a pentru domeniul și specializarea în discuție să poată fi preluate / integrate.</p>
	<p><b>Relee electronice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scheme electrice de principiu</li> <li>- principii de funcționare</li> <li>- rele electronice de tensiune, timp, temperatură</li> <li>- realizarea releelor electronice</li> <li>- verificarea funcționalității releelor electronice cu ajutorul aparatelor de măsură și control</li> <li>- depistarea și remedierea defectelor constatate</li> </ul>	<p><b>Detectarea defectelor și depanarea sistemelor cu microprocesor / microcontroler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- defecte tipice ale sistemelor cu microprocesor / microcontroler</li> <li>- operații de remediere a defectelor tipice ale sistemelor cu microprocesor / microcontroler</li> </ul>	

**II. Test de evaluare inițială Clasa a XII-a din modulul „Circuite Electronice Analogice” – TC, Clasa a XI-a, Profilul Tehnic, Domeniul „Electronică Automatizări”, Specializarea „Tehnician Operator Tehnică de Calcul”, Nivelul 4**

Fiind test de evaluare inițială, sunt avute în vedere toate rezultatele și conținuturile învățării detaliate în tabelul de la punctul I

Itemii folosiți în cadrul testului adresează cu aproximație următoarele punctaje și ponderi totale caracteristice taxonomiei Bloom-Anderson revizuite:

Niveluri cognitive Conținuturi	Subiectul	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a crea	Total	Pondere %
		puncte							
Circuite de formare a impulsurilor	I	3	3	0	1	1	0	45	50%
	II	1	4	3	5	2	0		
	III	2	5	5	5	2	3		
Relee electronice	I	4	4	4	4	3	0	45	50%
	II	1	3	2	4	2	0		
	III	2	3	3	3	1	2		
<b>Total Punctaj</b>		<b>13</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>
<b>Total Pondere %</b>		<b>15%</b>	<b>24%</b>	<b>19%</b>	<b>24%</b>	<b>12%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>	

***Varianta susținerii la clasă***

**Timp de lucru: 90 min**

**Se acordă 10 puncte din oficiu**

**Subiectul I**

**27 puncte**

1. Scrieți la secțiunea de rezolvări numărul fiecăruia dintre tipurile de circuite electronice aflate în coloana din stânga a tabelului de mai jos urmat de litera corespunzătoare funcției îndeplinite de circuitul electronic respectiv dată în coloana din dreapta (**ex: 1-a, 2-b, etc.**):

<b>Tipul circuitului electronic</b>	<b>Funcția îndeplinită de circuitul electronic</b>
1) Circuit basculant monostabil	a) Comută ieșirea între două stări logice stabile în funcție de configurația intrărilor logice
2) Circuit basculant astabil	b) Amplifică semnalul dreptunghiular periodic de intrare
3) Circuit basculant bistabil	c) Comută ieșirea între două stări logice stabile în funcție de nivelul analogic al semnalului de intrare
4) Trigger Schmitt	d) Generează în mod independent un semnal dreptunghiular periodic
	e) Generează un impuls dreptunghiular cu durată controlată în funcție de configurația intrărilor logice

2. Scrieți la secțiunea de rezolvări numărul fiecăreia din frazele de mai jos urmat de litera **A** dacă fraza este adevărată, sau de litera **F** dacă fraza este falsă:

- 1) Tiristorul, tranzistorul unijonțiune (TUJ) și tranzistorul unijonțiune programabil (TUP) sunt dispozitive electronice active având caracteristici curent-tensiune asemănătoare diodei, cu excepția unei porțiuni instabile de caracteristică pe care prezintă rezistență negativă.
- 2) Tensiunea de prag de comutare din starea de blocare în starea de conducție este mai precis delimitată la tranzistorul unijonțiune (TUJ) decât la tranzistorul unijonțiune programabil (TUP).
- 3) Aplicarea unei tensiuni electrice pozitive pe poarta unui tiristor, tranzistor unijonțiune (TUJ), sau tranzistor unijonțiune programabil (TUP) face comutarea dispozitivului din starea de blocare în starea de conducție mai dificilă.
- 4) Tranzistorul unijonțiune (TUJ) este folosit cu predilecție la realizarea oscilatoarelor de relaxare.
- 5) Revenirea din starea de conducție în starea de blocare a unui tiristor, tranzistor unijonțiune (TUJ), sau tranzistor unijonțiune programabil (TUP) are loc la scăderea intensității curentului prin dispozitiv sub valoarea de menținere (de vale).

## **Subiectul II**

**27 puncte**

În figura 1.1. de mai jos se reamintește schema-bloc internă a circuitului integrat 555 (în varianta românească  $\beta E 555$ ), având următoarele particularități:

- Amplificatoarele operaționale cu rol de comparatoare au tensiunea de alimentare pozitivă egală cu tensiunea de *ALIMENTARE*  $V^+$  (1 logic) a întregului circuit și tensiunea de alimentare negativă legată la masă (0 logic).

- Starea în general nedefinită (interzisă)  $\begin{cases} S(et) = 1 \\ R(ese) = 1 \end{cases}$  a bistabilului RS conduce la comutarea fermă a ieșirii Q a bistabilului RS și, implicit, a semnalului IEȘIRE în 1 logic (setare), tranzistorul intern legat la pinul DESCĂRCARE fiind blocat. În rest, bistabilul RS respectă regulile de comutare caracteristice electronicii digitale. Așadar: 
$$\begin{cases} S = 1, \forall R \Rightarrow Q \nearrow 1 \text{ (Setare)} \\ R = 1, S = 0 \Rightarrow Q \searrow 0 \text{ (Resetare)} \\ S = 0, R = 0 \Rightarrow \text{memorare stare anterioară} \end{cases}$$
.
- Intrarea internă r a bistabilului RS funcționează ca o intrare de forțare asincronă a resetării (aducerii la zero logic a) ieșirii Q și, implicit a semnalelor IEȘIRE și DESCĂRCARE, indiferent de starea intrărilor R și S ale bistabilului, atunci când intrarea externă ALO (Aducere La 0) este legată la masă (0 logic).

Scrieți la secțiunea de rezolvări numărul fiecăruia din spațiile goale din textul de mai jos urmat de elementul cu care ar trebui completat:

„În lipsa unei tensiuni externe aplicate pe intrarea de CONTROL C, divizorul de 1 alcătuit din cele trei rezistențe înseriate cu valoarea de 5 kΩ determină ca tensiunile de prag ale COMPARATORULUI „SUS” și COMPARATORULUI „JOS” să fie egale cu fracțiunile de 2 și, respectiv, de 3 din tensiunea de ALIMENTARE V\*. În prezența unei tensiuni externe aplicate pe intrarea de CONTROL C de la o sursă de tensiune având rezistența internă a sursei neglijabilă în raport cu rezistența de 3 kΩ, tensiunile de prag ale COMPARATORULUI „SUS” și COMPARATORULUI „JOS” devin egale cu fracțiunile de 4 și, respectiv, de 5 din tensiunea aplicată pe intrarea de CONTROL C. Atunci când tensiunea aplicată pe intrarea PRAG SUS devine mai mare decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS”, intrarea R a bistabilului RS trece în starea 6 logic, în caz contrar trecând în starea 7 logic. Atunci când tensiunea aplicată pe intrarea PRAG JOS devine mai mare decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS”, intrarea S a bistabilului RS trece în starea 8 logic, în caz contrar trecând în starea 9 logic.”

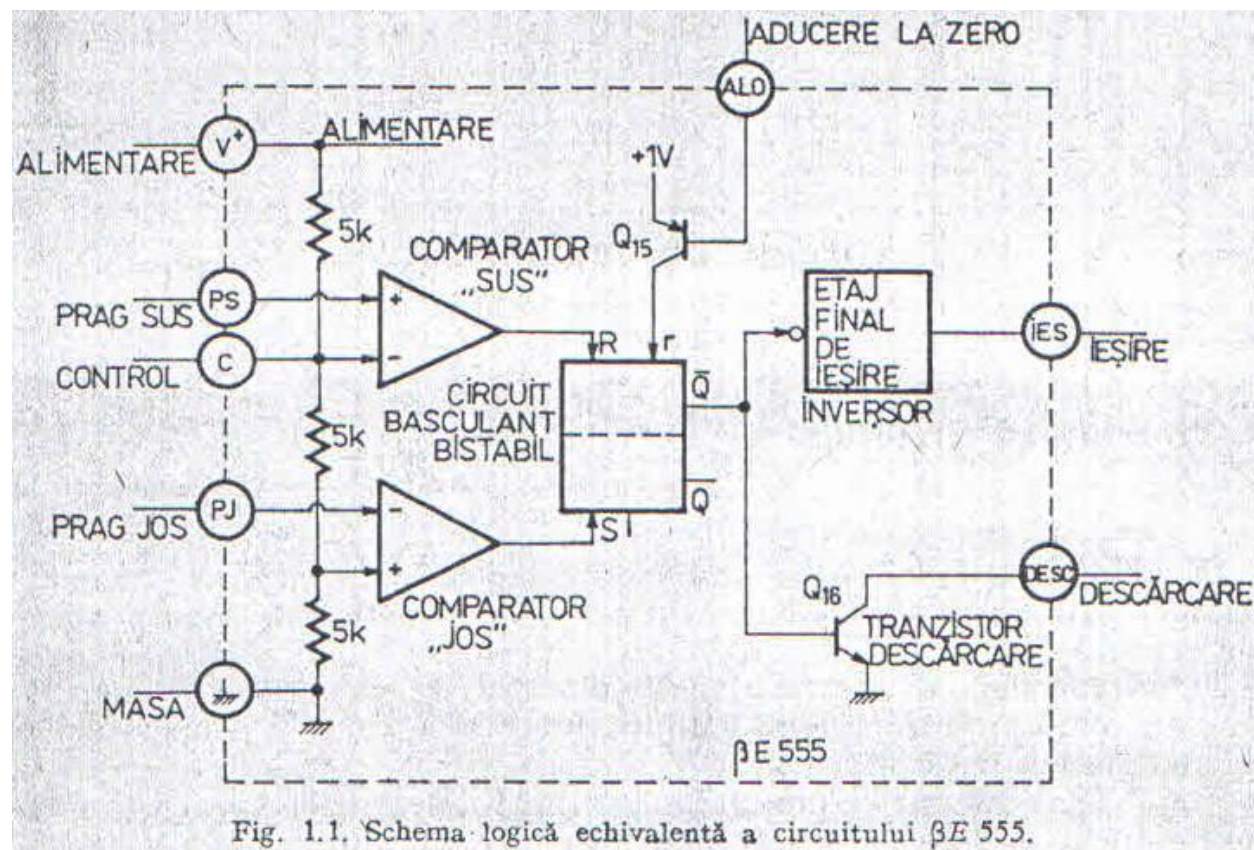


Fig. 1.1. Schema logică echivalentă a circuitului  $\beta E$  555.

(Sursa figurii 1.1.: Bodea, M., Vătășescu, M. & colectiv. (1984). Circuite Integrate Liniare – Manual de utilizare Vol. 3. București : Editura Tehnică)

### Subiectul III

36 puncte

1. În legătură cu schema electrică din figura 2 de mai jos:
  - a) Precizați tipul de semnal  $u_0$  obținut la pinul *IEȘIRE* al circuitului integrat 555 și tipul circuitului electronic din fig. 2.
  - b) Descrieți funcționarea schemei.
  - c) Răspundeți la întrebarea: „Care din stările logice ale semnalului  $u_0$  are o durată mai mare?” și motivați răspunsul.

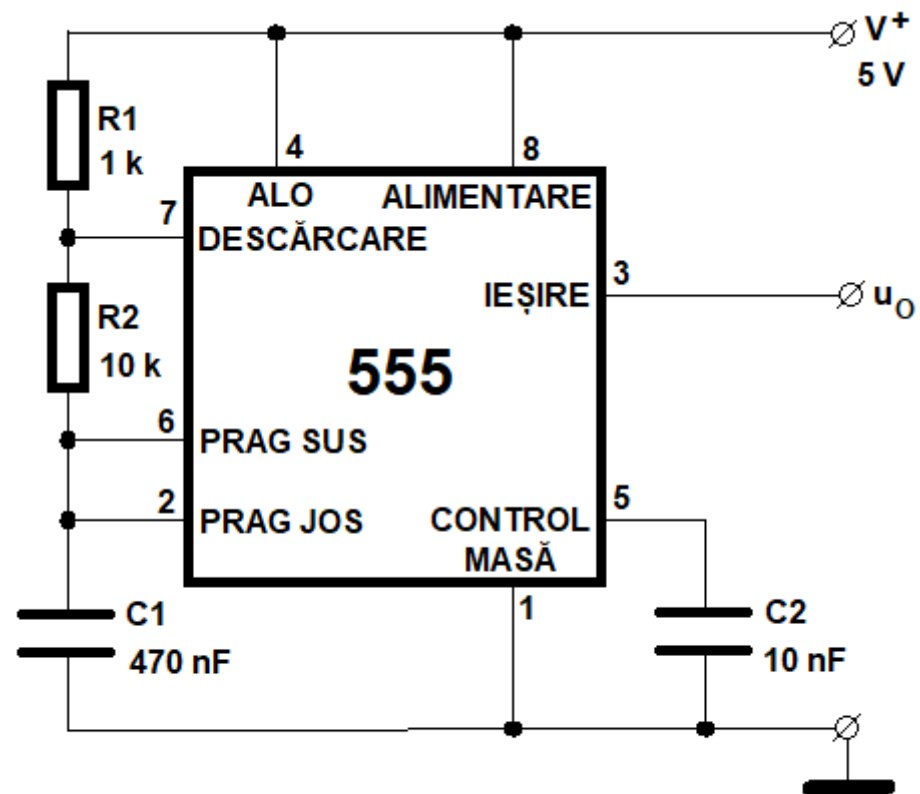
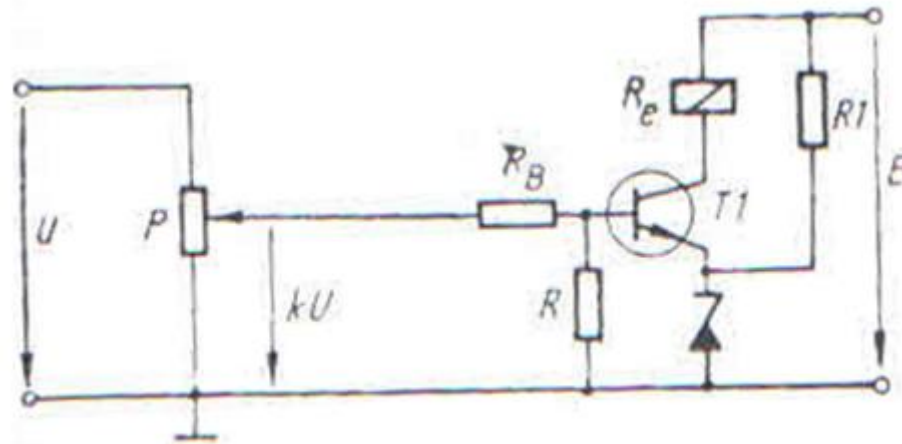


Fig. 2.

2. Schema electrică din figura 3 de mai jos reprezintă un releu electronic.

- a) Precizați tipul releului electronic.
- b) Descrieți funcționarea schemei.



**Fig. 3.**

(Sursa figurii 3: Constantin, P. & colectiv. (1983). *Electronică industrială*. București : EDP)

***Varianta susținerii online (folosind platforma Google Classroom)***

**Timp de lucru: 90 min (realizat prin activarea testului la momentul de început al orei convenite cu elevii pentru susținerea lui și prin impunerea a priori a momentului dead-line în proiectarea formularului de test Google)**

Transpunerea testului în formularul de test Google poate fi vizualizată [aici](#).

**Barem de corectare și notare al testului de evaluare inițială Clasa a XII-a din modulul „Circuite Electronice Analogice” – TC, Clasa a XI-a, Profilul Tehnic, Domeniul „Electronică Automatizări”, Specializarea „Tehnician Operator Tehnică de Calcul”, Nivelul 4**

***Varianta susținerii la clasă***

**Timp de lucru: 90 min**



**Se acordă 10 puncte din oficiu**

**Subiectul I**

**27 puncte**

1. 1 – e (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
2 – d (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
3 – a (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
4 – c (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  
2. 1 – A (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
2 – F (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
3 – F (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
4 – A (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)  
5 – A (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)

**Subiectul II**

**27 puncte**

- 1 – tensiune (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 2 – 0,66 sau  $\frac{2}{3}$  sau 66% (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 3 – 0,33 sau  $\frac{1}{3}$  sau 33% (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 4 – 1 sau 100% (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 5 – 0,5 sau  $\frac{1}{2}$  sau 50% (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 6 – 1 (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 7 – 0 (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 8 – 0 (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 9 – 1 (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)

**Subiectul III**

**36 puncte**

1.
  - a) Semnal dreptunghiular periodic (1 punct)  
Circuit basculant astabil, sau oscilator dreptunghiular (2 puncte)
  - b) Intrarea de CONTROL C nu este legată la o sursă exterioară de tensiune, deci tensiunile de prag ale COMPARATOARELOR „JOS” și „SUS” sunt fixate de divizorul rezistiv intern la 0,33 V+ și, respectiv, 0,66 V+. (1 punct)

Imediat după conectarea alimentării, condensatorul C1 este descărcat ( $u_{C1} = 0$ ), PRAG JOS și PRAG SUS fiind amândouă sub tensiunea de prag a COMPARATOARELOR „JOS” și „SUS”, (1 punct)

asa încât la momentul inițial ( $t = 0$ ) avem  $S = 1 / R = 0 \Rightarrow Q = \text{IEȘIRE} = 1$  și tranzistorul DESCĂRCARE blocat, (1 punct)

condensatorul începând să se încarce de la tensiunea de alimentare  $V+$  prin șirul de rezistențe înseriate R1 și R2. (1 punct)

Când tensiunea pe condensatorul C1 ajunge mai mare decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+, dar rămâne mai mică decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+, intrările R și S ale bistabilului RS devin:  $S = 0 / R = 0 \Rightarrow Q$  și IEȘIRE memorează starea anterioară (rămân în starea anterioară de 1 logic) și tranzistorul DESCĂRCARE rămâne pe mai departe blocat, (1 punct)

continuându-se încărcarea în aceleași condiții a condensatorului C1 de la tensiunea de alimentare  $V+$  prin șirul de rezistențe înseriate R1 și R2 (1 punct).

Când tensiunea pe condensatorul C1 ajunge imperceptibil mai mare decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+, intrările R și S ale bistabilului RS devin:  $S = 0 / R = 1 \Rightarrow Q$  și IEȘIRE  $\searrow 0$  logic, iar tranzistorul DESCĂRCARE se saturează (1 punct),

ceea ce determină începutul descărcării condensatorului C1 prin rezistența R2 și tranzistorul DESCĂRCARE saturat. (1 punct)

De îndată ce tensiunea pe condensatorul C1 devine mai mică decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+, dar rămâne mai mare decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS”, intrările R și S ale bistabilului RS redevin:  $S = 0 / R = 0 \Rightarrow Q$  și IEȘIRE memorează starea anterioară (rămân în starea anterioară de 0 logic) și tranzistorul DESCĂRCARE rămâne pe mai departe saturat, (1 punct)

continuându-se descărcarea în aceleași condiții a condensatorului C1 prin rezistența R2 și tranzistorul DESCĂRCARE saturat (1 punct).

Când tensiunea pe condensatorul C1 ajunge imperceptibil mai mică decât tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+, intrările R și S ale bistabilului RS devin:  $S = 1 / R = 0 \Rightarrow Q$  și IEȘIRE  $\nearrow 1$  logic, iar tranzistorul DESCĂRCARE se blochează iarăși (1 punct),

ceea ce determină reluarea încărcării condensatorului C1 de la tensiunea de alimentare  $V+$  prin șirul de rezistențe înseriate R1 și R2. (1 punct)

Ciclul de încărcare-descărcare a condensatorului C1 se repetă periodic, tensiunea pe condensator variind între tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+ și tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+, cu comutarea corespunzătoare a IEȘIRII între cele două nivele logice 1 și 0. (1 punct)

Va fi contabilizat și punctajul elementelor sugerate implicit în formularea răspunsului.

c) Starea de 1 logic are o durată mai mare decât starea de 0 logic, (2 puncte)

deoarece încărcarea condensatorului C1 de la tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+ până la tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+ are loc mai greu (prin rezistența mai mare R1 + R2) decât descărcarea

condensatorului C1 de la tensiunea de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+ până la tensiunea de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+, care se realizează doar prin rezistența R2. (2 puncte)

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate la subiectul III.1. se acordă: 2 puncte.

2.

a) Releu electronic de tensiune (2 puncte)

b) Dioda Zener din emitorul tranzistorului T1 este polarizată în permanență de la tensiunea de alimentare E prin rezistența R1, (1 punct)

determinând, în baza tranzistorului T1, tensiunea de prag  $U_p = U_{BE} + U_Z$  de comutare a releului electronic de tensiune. (1 punct)

Atunci când tensiunea aplicată pe baza tranzistorului T1 este sub tensiunea de prag  $U_p$ , tranzistorul T1 este blocat, (1 punct)

bobina releului electromecanic Re nefiind alimentată, (1 punct)

ceea ce determină ca releul electromecanic să se afle în starea normală. (1 punct)

Dacă tensiunea aplicată pe baza tranzistorului T1 devine mai mare decât tensiunea de prag  $U_p$ , tranzistorul T1 se deschide, (1 punct)

alimentându-se bobina releului electromecanic (1 punct)

și determinând anclanșarea acestuia (1 punct)

cu închiderea unui contact de alimentare a unui avertizor luminos sau sonor care semnalizează, astfel, depășirea tensiunii de prag. (1 punct).

Releul electronic este fără memorie – revenirea tensiunii sub pragul  $U_p$  determinând revenirea releului electromecanic în starea normală și încetarea semnalizării. (1 punct)

Va fi contabilizat și punctajul elementelor sugerate implicit în formularea răspunsului.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate la subiectul III.2. se acordă: 2 puncte.

### ***Varianta susținerii online***

**Timp de lucru: 90 min**

**Se acordă 10 puncte din oficiu**

Pentru subiectele I și II, baremul este predefinit în cheia de răspuns a itemilor cu răspuns închis și semideschis folosiți din cadrul formularului Google și este identic cu cel corespunzător variantei susținerii la clasă..

Pentru subiectul III cu răspuns deschis, corectarea și notarea fișierelor încărcate de elevi se va face în concordanță cu același barem stabilit pentru varianta susținerii la clasă.

### **III + IV. Activități de predare-învățare-evaluare**

Fac precizarea că oricare dintre metodele active aplicate învățământului la clasă sunt direct transferabile și învățământului online, datorită facilităților oferite de aplicațiile Google Meet, Zoom, etc., care permit organizarea de sesiuni video online pentru grupuri mai mici sau mai mari, sau de aplicații precum WhatsApp, care ușurează comunicarea în scris a acelorași grupuri, singura „problemă” fiind deprinderea lucrului cu aceste aplicații, care, însă, nu incumbă dificultăți majore, atât profesorii cât și elevii fiind deja obișnuiți cu utilizarea lor din sesiunile online desfășurate în semestrul al II-lea al anului școlar 2019-2020.

Ca sugestie metodologică pentru o lecție de integrare a unor rezultate ale învățării restante din modulul I – Circuite Electronice Analogice – TC (semestrul al II-lea), Clasa a XI-a, Profilul Tehnic, Domeniul „Electronică Automatizări”, Specializarea „Tehnician Operator Tehnică de Calcul”, Nivelul 4, în rezultatele învățării vizate de modulul IV – Sisteme cu Microprocesoare / Microcontrolere – CDL din Clasa a XII-a a aceleiași specializări, se va exemplifica aplicarea metodei active a mozaicului (jigsaw), cu ușoare modificări cerute de specificul problemei.

La modul general, metoda presupune divizarea lecției într-un număr de teme de relativ aceeași complexitate, însoțită de divizarea grupului de elevi în mod egal în același număr de subgrupuri și de atribuirea la fiecare subgrup a câte unei teme pe care fiecare membru al subgrupului trebuie s-o învețe cât mai bine pentru a o putea preda el însuși elevilor din celelalte subgrupuri. Această primă fază de învățare a temei primite până la nivelul de expert se poate desfășura în două etape, prin împărțirea lecției și a grupului de elevi și atribuirea temelor pe subgrupuri la sfârșitul lecției anterioare, ceea ce conferă membrilor subgrupului un timp sporit de învățare individuală acasă a propriei teme înaintea reunirii subgrupului în cadrul lecției următoare și a desăvârșirii însușirii temei prin interacțiunea cu felul în care ceilalți membri ai subgrupului și-au însușit-o. La reunirea în clasă a subgrupurilor de experți trebuie avută în vedere separarea fizică la distanțe pe cât posibil mai mari a subgrupurilor unul față de altul, pentru a nu se deranja reciproc.

A doua fază a metodei generale presupune realizarea „mozaicului” prin reîmpărțirea grupului de elevi într-o nouă structură de subgrupuri, fiecare subgrup fiind alcătuit din câte un membru al vechilor subgrupuri specializate pe teme, fiecare membru al unui nou subgrup având obligația de a transmite în mod scurt, concis și atractiv celorlalți membri ai subgrupului competențele asimilate în legătură cu tema în care el a devenit expert, realizându-se, astfel, în final, deprinderea întregii lecții de către întregul grup de elevi. Metoda de transmitere poate fi expozitivă (prezentarea unui raport), demonstrativă (deducerea ideilor), eventual problematizantă (în limita timpului disponibil și dacă elevul expert dovedește un talent didactic deosebit), sau experimentală (în cazul lucrărilor practice). Se recomandă utilizarea unor mijloace ilustrative cât mai sugestive, precum materiale descărcate de pe internet, diagrame, desene, fotografii, sau, pentru desfășurarea experimentelor, machete de laborator ori software de simulare pe calculator.

În a treia și ultimă fază a evaluării competențelor asimilate de elevi se poate folosi fișa de evaluare, solicitarea redactării individuale a unui raport ori a unui eseu, sau ascultarea orală prin sondaj cu formularea de întrebări menite să semnaleze aspectele fundamentale privind înțelegerea și rezolvarea problemei în discuție și să întărească deprinderea lor, întrebări la care trebuie să se răspundă fără ajutorul colegilor.

Observăm cum metoda stimulează formarea capacităților nu numai de asimilare a elementelor cunoașterii, ci și de relaționare socială în legătură cu elementele cunoașterii, responsabilizând, în același timp, subiectul educației, atât în raporturile sale față de ceilalți colegi, prin inducerea conștiinței că de propria cunoaștere și de propria capacitate de transmitere a cunoașterii depinde cunoașterea comunității, cât și în raporturile sale față de profesori, prin „gustarea” dificultăților meseriei de dascăl.

Astfel, să luăm, ca exemplu, aplicarea metodei mozaicului la:

***Activitatea de învățare teoretică / lucrarea de laborator:***

**Generarea de impulsuri dreptunghiulare cu modulație în durată utilizând microcontrolerul ATmega 328 P (rezultate ale învățării vizate în modulul clasei a XII-a) și circuite integrate analogice (rezultate ale învățării integrate din modulul restant al clasei a XI-a)**

***Rezultate ale învățării vizate în modulul clasei a XII-a, conform standardului de pregătire profesională suplimentat și aprofundat prin modulul CDL:***

**15.1.1.** Arhitectura generală a unui sistem cu microprocesor / microcontroler

**15.1.2.** Arhitectura funcțională și programarea unui microprocesor / microcontroler

**15.1.3.** Norme de sănătate și securitate în muncă

**15.1.4.** Norme de protecție a mediului

**8.1.1.** Aparatură de măsură digitală

**8.1.2.** Generatoare de semnal

**8.1.3.** Osciloscopul

**15.2.6.** Identificarea rolului elementelor constitutive conform locului lor în arhitectura microprocesorului / microcontrolerului

**15.2.7.** Identificarea tipului și structurii instrucțiunilor din limbajul de asamblare al unui microprocesor / microcontroler

**15.2.8.** Descrierea execuției fiecărui tip de instrucțiune din limbajul de asamblare al unui microprocesor / microcontroler

**15.2.9.** Realizarea organigramei programului scris în limbaj de asamblare

**15.2.10.** Utilizarea instrucțiunilor de transfer date conform modului de adresare adecvat

**15.2.11.** Utilizarea instrucțiunilor aritmetice și logice

**15.2.12.** Utilizarea instrucțiunilor de salt în execuția programului

**15.2.13.** Utilizarea stivei și a indicatorului de stivă în lucrul cu subrutine

**15.2.15.** Interpretarea cuvintelor de stare și control și elaborarea cuvintelor de comandă pentru microprocesor / microcontroler și componentele sale

**15.2.16.** Utilizarea lucrului în întreruperi pentru eficientizarea activității microprocesorului / microcontrolerului

**15.2.17.** Utilizarea dispozitivelor periferice suplimentare din alcătuirea unui microcontroler: temporizatoare, generatoare de impulsuri modulate în durată, interfețe seriale, convertoare A/D și D/A, comparatoare analogice, linii speciale de intrare / ieșire pentru conexiunea la dispozitive

periferice externe, etc.

**15.2.18.** Alegerea frecvenței de tact a microprocesorului / microcontrolerului în funcție de nevoile sistemului cu microprocesor / microcontroler

**15.2.19.** Utilizarea diagramelor de timp ale semnalelor generate și recepționate de microprocesor / microcontroler și de celelalte circuite integrate din alcătuirea sistemului cu microprocesor / microcontroler conform documentațiilor tehnice pentru selectarea adecvată a componentelor sistemului

**15.2.20.** Depistarea defectelor tipice din sistemele cu microprocesoare / microcontrolere

**15.2.21.** Remedierea unor defecte tipice în sistemele cu microprocesoare / microcontrolere

**15.2.22.** Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

**15.2.23.** Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic

**15.2.24.** *Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate*

**15.2.25.** Utilizarea documentației tehnice pentru executarea operațiilor tehnologice

**15.2.26.** *Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională*

**15.2.27.** *Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*

**15.2.28.** Identificarea oportunităților de pregătire, instruire, consiliere sau/și asistență disponibile

**15.2.29.** *Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților*

**15.2.30.** *Utilizarea instrumentelor informatice pentru a produce, prezenta și înțelege informații complexe*

**15.2.31.** *Accesarea, căutarea și folosirea serviciilor prin Internet*

**8.2.1.** Selectarea aparatelor de măsură digitale în funcție de mărimea măsurată, domeniul de utilizare și valoarea prezumată

**8.2.2.** Verificarea stării de funcționare a aparatelor de măsură digitale, în conformitate cu cartea tehnică și normele de securitate a muncii

**8.2.3.** Realizarea măsurării mărimilor electrice și a parametrilor circuitelor utilizând aparate de măsură digitale

**8.2.4.** Identificarea elementelor panoului frontal al generatorului de semnal

**8.2.5.** Efectuarea reglajelor inițiale în funcție de parametrii semnalului dorit

**8.2.6.** Utilizarea generatorului de semnal în evaluarea stării de funcționare a echipamentelor

**8.2.7.** Identificarea elementelor panoului frontal

**8.2.8.** Efectuarea reglajelor inițiale ale osciloscopului

**8.2.9.** Utilizarea osciloscopului pentru vizualizarea semnalelor electrice în vederea evaluării stării de funcționare a echipamentelor

**8.2.10.** Utilizarea osciloscopului pentru măsurarea mărimilor electrice în vederea evaluării stării de funcționare a echipamentelor

**8.2.11.** *Interpretarea rezultatelor măsurătorilor și compararea lor cu valorile specificate în documentația tehnică*

**8.2.12.** Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

**8.2.13.** Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la efectuarea măsurătorilor

**8.2.14.** *Utilizarea vocabularului comun și a celui de specialitate*

**8.2.15.** *Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională*

**8.2.16.** *Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*

**8.2.17.** *Utilizarea instrumentelor informatice pentru a produce, prezenta și înțelege informații complexe*

**8.2.18.** *Accesarea, căutarea și folosirea serviciilor prin Internet*

**8.2.19.** *Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților*

- 15.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru în scopul îndeplinirii sarcinilor la locul de muncă*
- 15.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 15.3.3. Îndeplinirea sarcinilor de lucru cu responsabilitate și seriozitate*
- 15.3.4. Adaptarea la cerințele și la dinamica evoluției tehnologice*
- 15.3.5. Adoptarea atitudinii critice și de reflectare și folosire responsabilă a mijloacelor de informare*
- 15.3.6. Respectarea întocmai a NTSM și PSI de către propria persoană și colegii din echipă*
- 15.3.7. Respectarea normelor de protecție a mediului*
- 15.3.8. Înțelegerea necesității respectării normelor de calitate*
- 15.3.9. Manifestarea gândirii critice și creative în domeniul tehnic*
- 15.3.10. Raportarea propriilor puncte de vedere creative și expresive la opinii ale altor persoane*
- 15.3.11. Exprimarea de sine printr-o varietate de mijloace folosind abilități înnăscute*
- 8.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă*
- 8.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 8.3.3. Îndeplinirea sarcinilor de lucru cu responsabilitate și seriozitate*
- 8.3.4. Conștientizarea importanței măsurărilor pentru domeniul tehnic*
- 8.3.5. Executarea operațiilor metrologice, sub supraveghere, cu grad de autonomie restrâns*
- 8.3.6. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 8.3.7. Responsabilitate în respectarea întocmai a NTSM și PSI de către propria persoană și colegii din echipă*
- 8.3.8. Înțelegerea necesității respectării normelor de calitate*
- 8.3.9. Manifestarea gândirii critice și creative în domeniul tehnic*

***Rezultate ale învățării integrate din modulul clasei a XI-a, conform standardului de pregătire profesională corespunzător modulului TC:***

- 7.1.1. Circuite electronice analogice uzuale*
- 7.1.3. Norme de sănătate și securitate în muncă*
- 7.1.4. Norme de protecție a mediului*
- 7.2.1. Recunoașterea tipului de circuit pe baza schemei electronice*
- 7.2.2. Selectarea componentelor electronice pentru realizarea de circuite electronice folosind cataloagele de componente*
- 7.2.3. Realizarea circuitelor electronice analogice conform schemei date*
- 7.2.4. Verificarea funcționării circuitelor electronice*
- 7.2.5. Depistarea defectelor tipice din circuitele electronice*
- 7.2.6. Remedierea unor defecte tipice în circuitele electronice*

- 7.2.12. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă
- 7.2.13. Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic
- 7.2.14. *Utilizarea vocabularului comun și a celui de specialitate*
- 7.2.15 *Aplicarea principiilor și proceselor matematice de bază în domeniul electronicii*
- 7.2.16 *Utilizarea documentației tehnice pentru executarea operațiilor tehnologice*
- 7.2.17. *Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională*
- 7.2.18. *Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*
- 7.2.19 *Identificarea oportunităților de pregătire, instruire, consiliere sau / și asistență disponibile*
- 7.2.20. *Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților*
- 7.2.21 *Utilizarea instrumentelor informatice pentru a produce, prezenta și înțelege informații complexe*
- 7.3.1. *Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă*
- 7.3.2. *Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită*
- 7.3.3. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 7.3.4. *Adaptarea la cerințele și la dinamica evoluției tehnologice*
- 7.3.5. *Preocuparea permanentă pentru dezvoltarea profesională prin studiu individual și utilizarea informației primite de la formatori*
- 7.3.6. *Adoptarea atitudinii critice și de reflectare și folosire responsabilă a mijloacelor de informare*
- 7.3.7. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă*
- 7.3.8. *Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic*

**Obiective:**

<b>Activitatea de învățare teoretică în legătură cu RI vizate ale modulului curent</b>	<b>Activitatea de învățare teoretică în legătură cu RI integrate din modulul restant</b>	<b>Lucrare de laborator în legătură cu RI vizate ale modulului curent</b>	<b>Lucrare de laborator în legătură cu RI integrate din modulul restant</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să utilizeze numărătoarele microcontrolerului la generarea de impulsuri cu modulație în durată (PWM)</li> <li>✓ Să utilizeze convertoarele A/D ale microcontrolerului</li> <li>✓ Să utilizeze setul de instrucțiuni al microprocesorului /</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să utilizeze circuite integrate analogice specializate și componente electronice discrete pentru realizarea unui generator de impulsuri cu modulație în durată</li> <li>✓ Să conștientizeze existența diversității soluțiilor de rezolvare a sarcinii date</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să comande înscriserea unui program în memoria sistemului cu microprocesor / microcontroler</li> <li>✓ Să comande în mod corespunzător funcționarea numărătoarelor microcontrolerului</li> <li>✓ Să comande în mod</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să realizeze practic pe placa de probă schema electrică de generator de impulsuri cu modulație în durată (PWM)</li> <li>✓ Să verifice funcționarea corectă a montajului realizat</li> <li>✓ Să măsoare cu osciloscopul parametrii impulsurilor cu modulație în durată (PWM)</li> </ul>



<p>microcontrolerului în realizarea unei sarcini</p> <p>✓ Să interpreteze și să utilizeze biții de stare, control și comandă ai microprocesorului / microcontrolerului în realizarea unei sarcini</p> <p>✓ Să utilizeze lucrul în întreruperi al microcontrolerului</p>	<p>✓ Să selecteze componentele adecvate și să le utilizeze corespunzător prin corelarea cerințelor de proiectare cu foile de catalog ale componentelor</p>	<p>corespunzător funcționarea convertoarelor A/D ale microcontrolerului</p> <p>✓ Să măsoare cu osciloscopul parametrii impulsurilor cu modulație în durată (PWM) generate</p>	<p>generate</p>
---	--	---	-----------------

**Organizarea clasei:** în prima fază patru subgrupuri de experți alcătuite din câte  $M = N/4$  elevi (unde  $N$  este numărul elevilor din clasă); în faza a doua două subgrupuri de experți alcătuite prin reunirea două câte două a subgrupurilor inițiale care s-au ocupat numai de microcontroler, respectiv numai de circuitul integrat specializat 555; în faza a treia 2M subgrupuri de doi elevi alcătuite din câte un elev al fiecăruia din subgrupurile mari ale fazei a doua de experți

**Timp:** 100 minute

**Enunț:** Precizați modul de realizare cu microcontroler și cu circuitul integrat analogic specializat 555 a unui generator de impulsuri cu modulație în durată (PWM) / Realizați cu microcontroler și cu circuitul integrat analogic specializat 555 un generator de impulsuri cu modulație în durată (PWM) și măsurați parametrii impulsurilor generate (**Observație:** Se presupune că elevii cunosc deja din lecțiile anterioare atât realizarea unui program de microprocesor în limbaj de asamblare (RI vizate), cât și arhitectura și funcționarea circuitului integrat analogic specializat 555 (RI integrate)).

#### **Desfășurare:**

Clasa este împărțită inițial în patru subgrupuri de experți, fiecărui subgrup încredințându-i-se una din următoarele sarcini de învățare:

- utilizarea numărătoarelor microcontrolerului pentru generarea impulsurilor cu modulație în durată (PWM);
- utilizarea convertoarelor A/D ale microcontrolerului pentru conversia nivelului analogic al tensiunii externe de comandă a lățimii impulsurilor;
- varianta 1 de utilizare a circuitului integrat analogic specializat 555 pentru generarea impulsurilor cu modulație în durată (PWM);
- varianta 2 de utilizare a circuitului integrat analogic specializat 555 pentru generarea impulsurilor cu modulație în durată (PWM).

Activității de învățare în subgrupurile de experți i se alocă 30 minute, putând beneficia de o perioadă suplimentară de studiu individual prealabil din partea elevilor desfășurat acasă, dacă împărțirea pe subgrupurile de experți și desemnarea sarcinilor de învățare se face la sfârșitul ultimei ore de dinaintea activității propriu-zise.

Urmează etapa a doua, intermediară, de lărgire a expertizei fiecărui expert, în care se realizează reunirea celor două grupuri care s-au ocupat de utilizarea dispozitivelor microcontrolerului (grupul de experți privind folosirea numărătoarelor și grupul de experți privind folosirea convertoarelor A/D) și a celor două grupuri care s-au ocupat de variantele de realizare a impulsurilor cu modulație în durată folosind circuitul integrat analogic specializat 555, fiecărui expert din noile grupuri fiindu-i ușor să învețe partea complementară reprezentată de o problemă cu un grad mare de similitudine cu cea în care el este deja expert. Această etapă este necesară, deoarece generarea impulsurilor cu modulație în durată (PWM) cu ajutorul microcontrolerului sub comanda unei tensiuni externe aplicate are nevoie de funcționarea unitară atât a numărătoarelor, cât și a convertoarelor A/D în cadrul aceluiași program, care, din fericire, poate fi realizată ușor prin simpla reunire / îngemănare a secvențelor de program proiectate separat pentru comanda numărătoarelor și pentru comanda convertoarelor A/D. Acestei etape i se alocă numai 20 minute, timp în care se formează, pe de o parte, experții în utilizarea microcontrolerului și, pe de altă parte, experții în utilizarea circuitului integrat analogic specializat 555 pentru generarea impulsurilor cu modulație în durată (PWM).

Urmează a treia etapă, în care se împarte clasa în 2M subgrupuri („mozaicuri”) de câte doi elevi, alcătuite din câte un elev al fiecăruia din subgrupurile mari de experți rezultate în urma etapei a doua și se acordă câte 15 minute fiecărui elev din fiecare din noile duete pentru a-l învăța pe celălalt membru al duetului competențele sale dobândite în primele două etape, învățacelul fiind încurajat să discute, să pună întrebări și să-și ia notițe pentru propria lămurire și adâncire a porțiunii respective din obiectivul cunoașterii.

În ultimele 20 minute se distribuie de către profesor și se rezolvă de toți elevii fișa de autoevaluare, sau profesorul realizează ascultarea orală pentru verificarea și întărirea însușirii corecte a aspectelor fundamentale de către elevi, adresând prin sondaj întrebări la care trebuie să se răspundă fără ajutor din partea celorlalți elevi.

### **Activitatea este de învățare**

#### **Observații:**

- 1) Particularitatea realizării acestei activități de învățare constă în dificultatea trecerii de la faza a doua la faza a treia, în care experții devin profesori și trebuie să realizeze prezentarea lor în paralel cu afișarea unor materiale de învățare. În acest sens, experții trebuie fie să aibă pregătite a priori materialele respective (ceea ce se poate doar dacă s-au ocupat încă de acasă de învățarea părții lor de expertiză), fie să aibă pregătit a priori un plan de extragere din materialele puse la dispoziție de profesor sau găsite pe internet a informațiilor pe care vor să le expună învățăceilor (variante preferabilă, deoarece experții au de planificat inclusiv prezentarea expertizei dobândită în faza a doua). În acest sens, se pot afecta ultimele 5 minute din cele 20 minute ale fazei a doua pentru ca toți experții să-și organizeze prezentarea din faza a treia.
- 2) În felul acesta activitatea de învățare de 100 minute destinată, conform planificării calendaristice, deprinderii numai a rezultatelor învățării vizate de modulul de clasa a XII-a (utilizarea numărătoarelor și convertoarelor A/D ale microcontrolerului) își extinde aria de acoperire și asupra rezultatelor învățării integrate din modulul restant din clasa a XI-a (utilizarea circuitelor analogice pentru generarea impulsurilor).

### **TEST DE EVALUARE UNITARĂ**

**a Rezultatelor Învățării vizate și integrate privind lecția: Generarea de impulsuri cu modulație în durată (PWM) sub comanda unei tensiuni externe cu ajutorul microcontrolerelor și cu ajutorul circuitelor electronice analogice**

## **Varianta susținerii la clasă**

**Timp de lucru: 50 minute**

**Toate subiectele sunt obligatorii**

**Se acordă 10 puncte din oficiu**

### **Subiectul I**

**20 puncte**

Scrieți la secțiunea de rezolvări numărul fiecăreia din întrebările de mai jos urmat de litera corespunzătoare răspunsului corect din înșiruirea de răspunsuri ce urmează după întrebare:

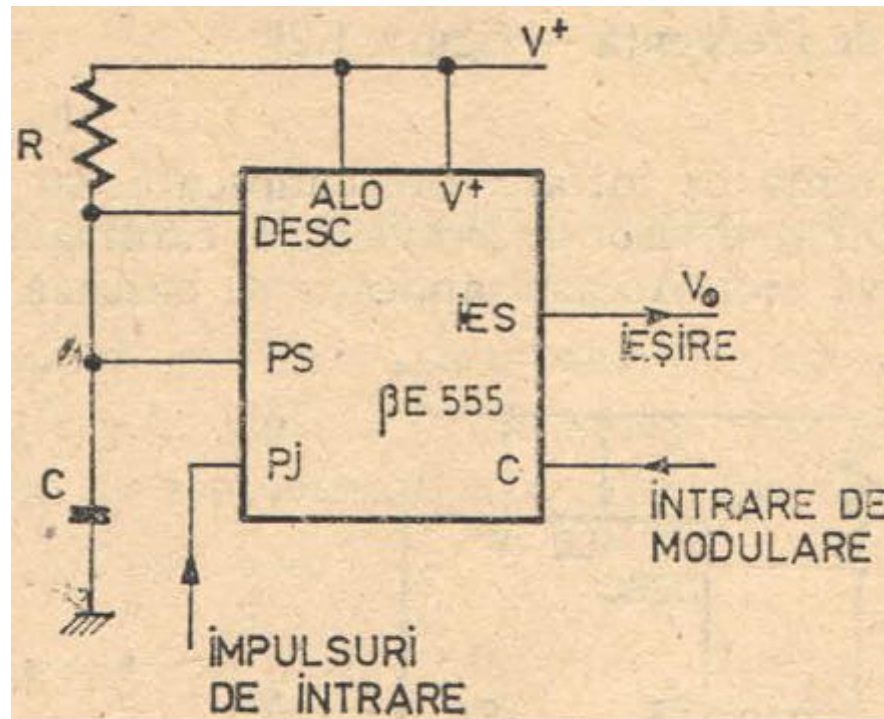
- 1) Modulația în durată a impulsurilor presupune modificarea sub acțiunea unui semnal extern a:
  - a) fazei impulsurilor;
  - b) perioadei impulsurilor;
  - c) amplitudinii impulsurilor;
  - d) factorului de umplere al impulsurilor.
- 2) Plaja maximă recomandabilă pentru tensiunea exterioară care poate fi aplicată pe intrarea de CONTROL C a circuitului integrat analogic specializat 555 este:
  - a) 45% ... 90% din tensiunea de alimentare  $V_+$ ;
  - b) 0,33  $V_+$  (o treime din tensiunea de alimentare) ... 0,66  $V_+$  (două treimi din tensiunea de alimentare);
  - c) 0 V (masa) ...  $V_+$  (tensiunea de alimentare);
  - d)  $V_+ / 4$  (un sfert din tensiunea de alimentare ... 3  $V_+ / 4$  (trei sferturi din tensiunea de alimentare).
- 3) Convertorul analog-digital ADC al microcontrolerului ATmega 328 P funcționează după principiul:
  - a) integrării cu dublă pantă;
  - b) creșterii liniare a tensiunii;
  - c) aproximațiilor succesive;
  - d) comparării rapide.
- 4) Temporizatoarele/Numărătoarele T0, T1 și T2 ale microcontrolerului ATmega 328 P nu pot fi folosite la:
  - a) generarea de impulsuri cu modulație în durată;
  - b) generarea ceasului pentru convertorul analog-digital al microcontrolerului;
  - c) stabilirea momentului în care are loc un eveniment extern față de un moment inițial;
  - d) delimitarea unui interval de timp față de un moment inițial.

### **Subiectul II**

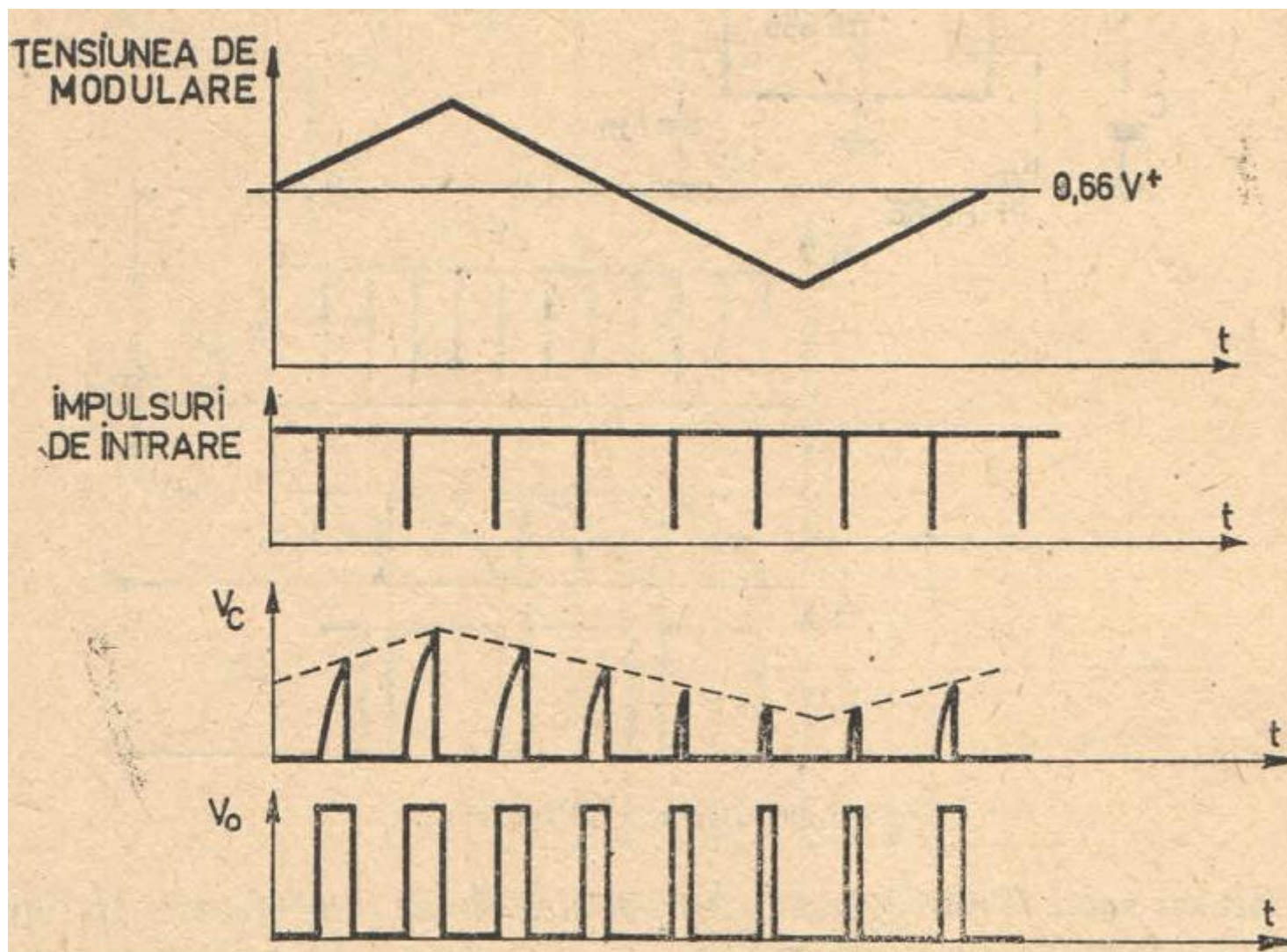
**30 puncte**

1. În fig. 1.1. și 1.2. se arată o variantă de realizare cu circuitul integrat specializat 555 a unui generator de impulsuri cu modulația în durată dimpreună cu formele de undă aferente. Presupunând că, la momentul inițial, IEȘIREA  $V_0$  a circuitului integrat 555 este în 1 logic și, corespunzător, tranzistorul DESCĂRCARE este blocat, iar semnalul de la intrarea PJ este în 1 logic, răspundeți pe scurt la următoarele întrebări:
  - a. La ce valoare a tensiunii de pe condensatorul C care se încarcă prin rezistența R de la tensiunea de alimentare  $V_+$  se produce

- comutarea IEȘIRII  $V_0$  în 0 logic?
- Ce se întâmplă cu condensatorul C în foarte scurt timp după comutarea IEȘIRII  $V_0$  în 0 logic?
  - Ce se întâmplă cu IEȘIREA  $V_0$  la apariția următorului impuls scurt de pe intrarea PJ de după comutarea IEȘIRII  $V_0$  în 0 logic?
  - Ce valori de tensiuni din schema electrică de principiu internă a circuitului integrat 555 se modifică la variația tensiunii de modulare aplicate pe intrarea de CONTROL C?
  - De ce la creșterea tensiunii de modulare aplicată pe intrarea de CONTROL C crește intervalul de 1 logic al IEȘIRII  $V_0$ ?
  - Ce semnal determină frecvența impulsurilor generate la IEȘIREA  $V_0$ ?



**Fig. 1.1. - Generator PWM var. 1 - schema electrică**



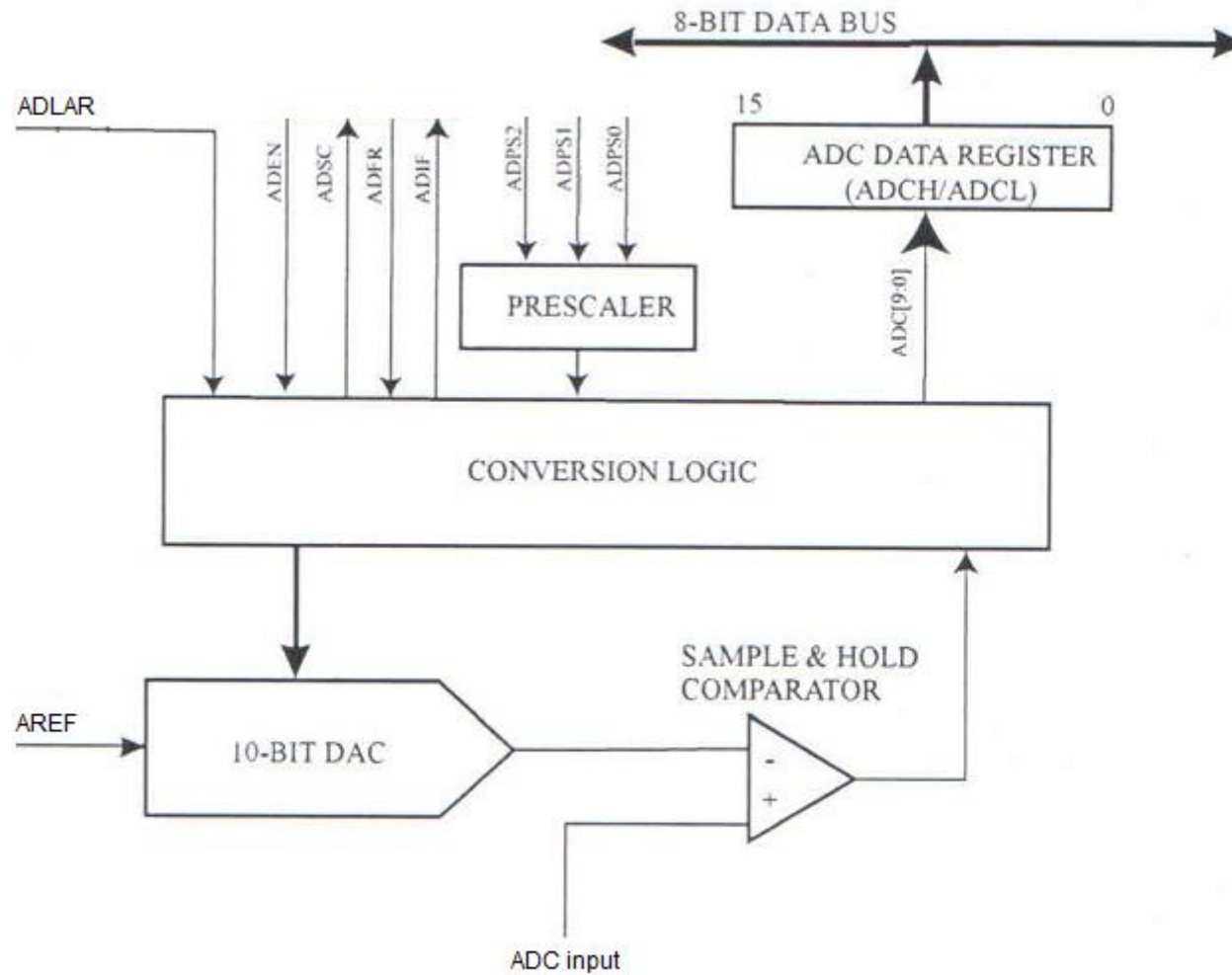
**Fig. 1.2. - Generator PWM var. 1 - forme de undă**

(Sursa figurilor 1.1. și 1.2.: Bodea, M., Vătășescu, M. & colectiv. (1984). Circuite Integrate Liniare – Manual de utilizare Vol. 3. București

Editura Tehnică)

2. În fig. 2 se dă schema-bloc funcțională simplificată a convertorului A/D al microcontrolerului ATmega 328 P. Scrieți la secțiunea de rezolvări numărul fiecăruia din spațiile goale ale textului de mai jos urmat de noțiunea cu care trebuie completat:

*„La începutul conversiei analog-digitale, registrul CONVERSION LOGIC în care se formează treptat rezultatul conversiei este setat ca să conțină un singur bit de 1 pe poziția cu rangul \_\_\_1\_\_\_ din rezultatul așteptat al conversiei, restul biților fiind 0. Numărul din registrul CONVERSION LOGIC este aplicat convertorului invers digital-analog DAC, generându-se tensiunea care se compară cu tensiunea de intrare «ADC input» ce trebuie convertită analog-digital: dacă tensiunea de intrare «ADC input» rezultă mai mică decât tensiunea reprezentată de numărul din registrul CONVERSION LOGIC, atunci se \_\_\_2\_\_\_ bitul ce fusese setat în registrul CONVERSION LOGIC în cadrul operației curente de comparație cu tensiunea de intrare «ADC input». În următorul ciclu-mașină al microcontrolerului se setează bitul cu rangul \_\_\_3\_\_\_ din rezultatul așteptat al conversiei, repetându-se operațiile de conversie inversă digital-analoagă, comparație cu tensiunea de intrare și validare sau invalidare a bitului curent setat din registrul CONVERSION LOGIC. Conform algoritmului prezentat anterior și rezoluției convertorului analog-digital ADC al microcontrolerului ATmega 328 P, ar trebui ca o conversie completă să dureze doar \_\_\_4\_\_\_ cicluri-mașină ai microcontrolerului. Datorită condiționărilor interne determinate de diverse semnale de control și din nevoia sincronizării cu activitatea de ansamblu a microcontrolerului, o conversie analog-digitală completă durează \_\_\_5\_\_\_ cicluri-mașină la microcontrolerul ATmega 328 P.”*

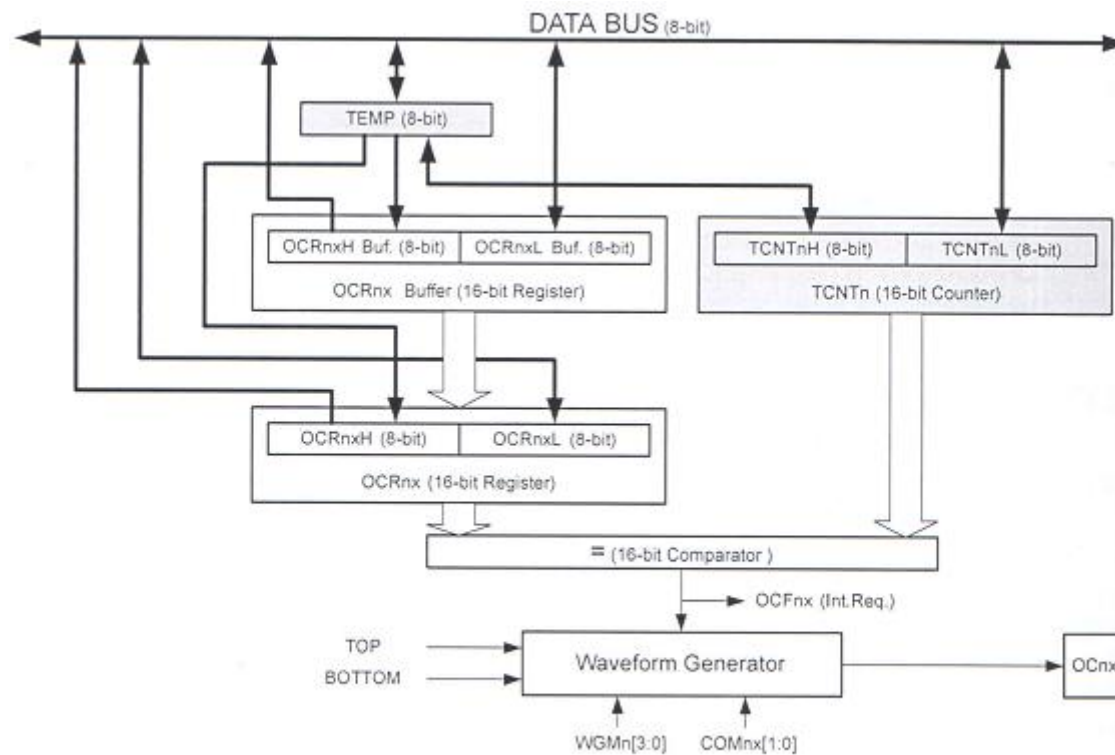


**Fig. 2. - Convertorul A/D - principiu de funcționare**

(Sursa fig. 2. - [ATmega328P 8-bit AVR microcontroller Datasheet Complete, ATMEL, 2016](#))

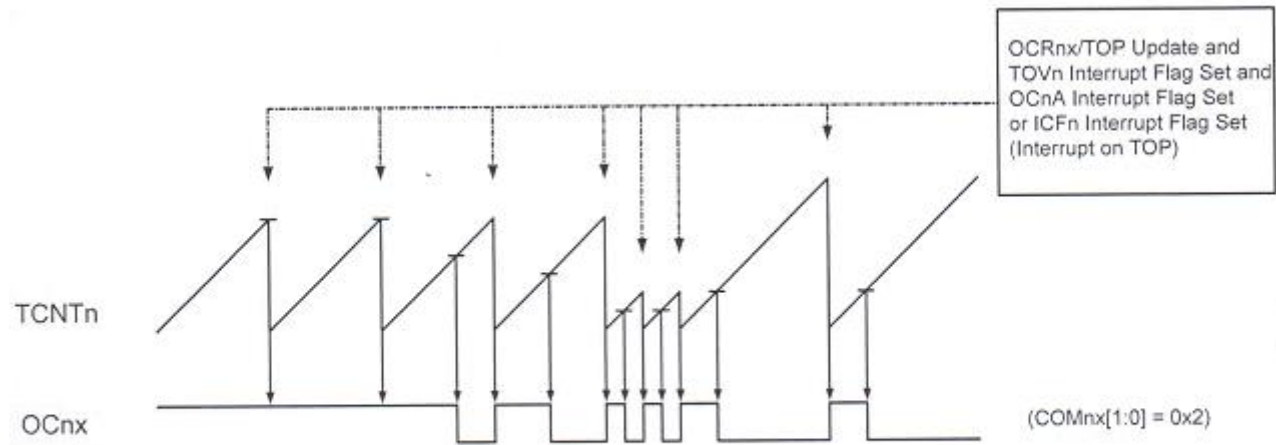
**Subiectul III****40 puncte**

1. În figurile 3.1. și 3.2. sunt date schema-bloc simplificată referitoare la funcționarea temporizatorului T1 cu registrele de comparație a ieșirii și, respectiv, modul „PWM rapid” de generare a impulsurilor cu modulație în durată. Considerând că tensiunea externă de modulare a lățimii impulsurilor se aplică la una din intrările convertorului analog-digital ADC și că ceasurile microcontrolerului, temporizatorului T1 și convertorului analog-digital ADC au fost deja programate la valorile potrivite, alcătuiți un eseu de prezentare a procedurii de generare a impulsurilor cu modulație în durată (PWM), arătând care sunt parametrii care stabilesc frecvența și durata impulsurilor.



**Fig. 3.1. - T1 Comparația ieșirii - schema-bloc**

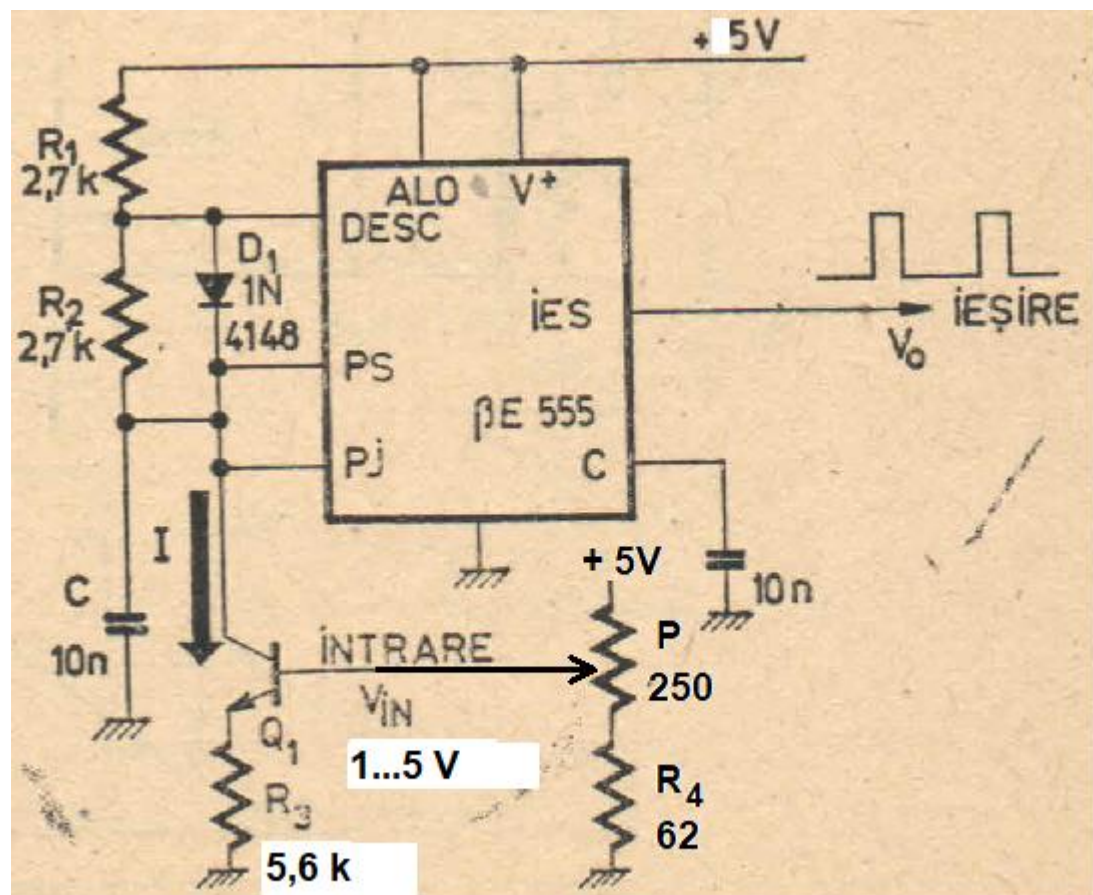




**Fig. 3.2. - T1 generare PWM în modul rapid - forme de undă**

(Sursa figurilor 3.1. și 3.2. - [ATmega328P 8-bit AVR microcontroller Datasheet Complete, ATMEL, 2016](#))

2. În figura 4 se dă schema electrică a unui generator de impulsuri cu modulația în durată (PWM) realizat cu circuitul integrat specializat 555. Alcătuiți un eseu de prezentare a modului de generare a impulsurilor cu modulația în durată (PWM), indicând parametrii de care depinde frecvența și lățimea impulsurilor.



**Fig. 4 - Generator PWM var. 2 - schema electrică**

(Sursa figurii 4: Bodea, M., Vătășescu, M. & colectiv. (1984). Circuite Integrate Liniare – Manual de utilizare Vol. 3. București : Editura Tehnică)

**Varianta susținerii online (folosind platforma Google Classroom)**

**Timp de lucru: 50 min (realizat prin activarea testului la momentul de început al orei convenite cu elevii pentru susținerea lui și prin impunerea a priori a momentului dead-line în proiectarea formularului de test Google)**

Transpunerea testului în formularul de test Google poate fi vizualizată [aici](#).

**BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE**  
**AL TESTULUI DE EVALUARE UNITARĂ**

**a Rezultatelor Învățării vizate și integrate privind lecția: Generarea de impulsuri cu modulație în durată (PWM) sub comanda unei tensiuni externe cu ajutorul microcontrolerelor și cu ajutorul circuitelor electronice analogice**

***Timp de lucru: 50 minute***  
***Toate subiectele sunt obligatorii***  
***Se acordă 10 puncte din oficiu***

**Subiectul I**

**20 puncte**

- 1 – d (corect: 5 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 2 – a (corect: 5 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 3 – c (corect: 5 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 4 – b (corect: 5 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)

**Subiectul II**

**30 puncte**

1.
  - a – la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „SUS” / la valoarea tensiunii de pe intrarea de CONTROL C / la valoarea tensiunii de modulare (corect: 2 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  - b – se descarcă aproape complet până la tensiunea colector-emitor de saturație a tranzistorului de descărcare (ideal 0) (corect: 2 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  - c – comută în 1 logic (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  - d – valorile tensiunilor de prag ale COMPARATOARELOR „SUS” și „JOS” (corect: 2 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  - e – deoarece crește nivelul de tensiune până la care trebuie să se încarce condensatorul C pentru a atinge pragul de comutare al COMPARATORULUI „SUS” și încărcarea durează mai mult (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
  - f – semnalul de intrare aplicat pe intrarea PJ (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)

2.

- 1 – semnificativ / mare (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 2 – șterge / resetează / aduce la 0 logic (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 3 – următor (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 4 – zece (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)
- 5 – treisprezece (corect: 3 puncte; incorect sau lipsă: 0 puncte)

### **Subiectul III**

**40 puncte**

1. Se programează convertorul analog-digital pe modul „auto-trigger” „free-run” pentru conversia continuă a tensiunii externe de modulare aplicată la una din intrările convertorului analog-digital și se setează biții care validează funcționarea convertorului. (1 punct)  
Se programează citirea cu alinierea „la stânga” a rezultatului conversiei analog-digitale pentru reprezentarea pe 16 biți a rezultatului de numai 10 biți semnificativi al conversiei. (1 punct)  
Se validează întreruperea de sfârșit conversie și se setează bitul care pornește prima conversie astfel încât, după fiecare conversie analog-digitală a tensiunii de modulare externă, să se genereze întreruperi de sfârșit conversie. (1 punct)  
În rutina de servire a întreruperii de sfârșit conversie se va actualiza registrul de comparație a ieșirii OCR1B al temporizatorului T1 care determină lățimea impulsului modulată în durată. (1 punct)  
Temporizatorul T1 este programat să funcționeze în modul „Fast PWM” funcția 15 (WGM1[3:0] = 0xF) în care registrul de comparație a ieșirii OCR1A este folosit pentru înscrierea valorii maxime (TOP) până la care numără temporizatorul înaintea resetării lui (reluării numărării de la 0). (1 punct)  
Valoarea de 16 biți de înscris în registrul OCR1A se programează cu comutatoare și rezistențe „pull-up” din exterior la liniile de port I/O concatenate PD7...PD0:PC6...PC1:PB1:PB0 configurate ca intrări (1 punct)  
Programul principal citește în permanență liniile de port I/O corespunzătoare setării registrului OCR1A și compară valoarea curentă cu valoarea anterioară: (1 punct)  
dacă valorile diferă, se reînregistrează registrul OCR1A cu noua valoare citită. (1 punct)  
Valoarea înscrisă în registrul OCR1A definește frecvența semnalului cu modulația în durată. (1 punct)  
Semnalul modulată în durată se generează la ieșirea OC1B echivalentă cu linia de port I/O PB2 prin comparația dintre valoarea curentă a numărătorului TCNT1 și valoarea înscrisă în OCR1B. (1 punct)  
La coincidența dintre cele două valori se basculează ieșirea OC1B, (1 punct)  
urmând ca revenirea ieșirii OC1B la nivelul logic inițial și încheierea perioadei semnalului să aibă loc la coincidența dintre valorile registrelor TCNT1 și OCR1A = TOP. (1 punct)  
Linia de port I/O PB2 = OC1B trebuie programată ca ieșire. (1 punct)  
Funcționarea corectă a programului impune ca, în permanență,  $OCR1A > OCR1B$ . (1 punct)  
De aceea, înaintea oricărei actualizări a registrelor OCR1A sau OCR1B, fie în programul principal la inițializare, fie în rutinele de servire a cererilor de întrerupere INT0 și ADC, se va testa condiția de funcționare corectă: (1 punct)  
în caz că  $OCR1B \geq OCR1A$ , se întrerupe execuția programului cu inhibarea tuturor întreruperilor (1 punct)  
și se setează linia de port I/O PB3 configurată ca ieșire pentru a semnaliza utilizatorului eroarea de imposibilitate a generării impulsurilor cu

modulație în durată. (1 punct)

La sfârșitul programării tuturor dispozitivelor și liniilor de port I/O utilizate în program, în secvența de inițializare a programului principal se setează bitul de validare generală a tuturor întreruperilor. (1 punct)

Va fi contabilizat și punctajul elementelor sugerate implicit în formularea răspunsului.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate la subiectul III.1. se acordă: 2 puncte.

2. Schema electrică reprezintă, în esență, un circuit basculant astabil. (1 punct)

Deoarece intrarea de CONTROL C nu este legată la o tensiune externă, tensiunile de prag ale COMPARATOARELOR „SUS” și „JOS” sunt stabilite intern la valorile 0,66 V+ pentru COMPARATORUL „SUS” (1 punct)

și, respectiv, la 0,33 V+ pentru COMPARATORUL „JOS”. (1 punct)

Pe durata încărcării condensatorului C de la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+ până la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+ IEȘIREA  $V_0$  se află pe nivelul logic 1 (1 punct)

și tranzistorul DESCĂRCARE este blocat, (1 punct)

astfel că încărcarea condensatorului C are loc de la tensiunea de alimentare V+ prin rezistența R1 și, în principal, prin dioda D1 care scurtcircuitază rezistența R2. (1 punct)

Pe durata descărcării condensatorului C de la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „SUS” de 0,66 V+ până la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „JOS” de 0,33 V+ IEȘIREA  $V_0$  se află pe nivelul logic 0 (1 punct)

și tranzistorul DESCĂRCARE este saturat, (1 punct)

astfel că descărcarea condensatorului C are loc de la tensiunea de alimentare V+ prin rezistența R2 și prin tranzistorul DESCĂRCARE saturat. (1 punct)

Perioada semnalului de ieșire este dată de suma celor două intervale de încărcare și, respectiv, descărcare a condensatorului C. (1 punct)

Prin aplicarea tensiunii continue de intrare  $V_{IN}$ , intensitatea I a curentului prin colectorul tranzistorului Q1 se deduce din valoarea intensității curentului de încărcare a condensatorului C, (1 punct)

crescând durata de încărcare a condensatorului C până la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „SUS” (1 punct)

și, corespunzător, crescând durata palierului de 1 logic al semnalului dreptunghiular generat. (1 punct)

Aceeași intensitate I a curentului prin colectorul tranzistorului Q1 se adună la valoarea intensității curentului de descărcare a condensatorului C, (1 punct)

scăzând durata de descărcare a condensatorului C până la valoarea tensiunii de prag a COMPARATORULUI „JOS” (1 punct)

și, corespunzător, scăzând durata palierului de 0 logic al semnalului dreptunghiular generat. (1 punct)

Deoarece intensitatea curentului I prin colectorul tranzistorului Q1 este aceeași atât pe durata încărcării, cât și pe durata descărcării condensatorului C, perioada și, implicit frecvența semnalului dreptunghiular generat rămân aceleași ca în absența tensiunii de intrare  $V_{IN}$ . (1 punct)

Variația duratei impulsurilor este obținută prin aplicarea tensiunii de intrare modulatorie  $V_{IN}$ . (1 punct)

Va fi contabilizat și punctajul elementelor sugerate implicit în formularea răspunsului.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate la subiectul III.2. se acordă: 2 puncte.

### ***Varianta susținerii online***

**Timp de lucru: 50 min**

**Se acordă 10 puncte din oficiu**

Pentru subiectele I și II, baremul este predefinit în cheia de răspuns a itemilor cu răspuns închis și semideschis folosiți din cadrul formularului Google și este identic cu cel corespunzător variantei susținerii la clasă..

Pentru subiectul III cu răspuns deschis, corectarea și notarea fișierelor încărcate de elevi se va face în concordanță cu același barem stabilit pentru varianta susținerii la clasă.

### **PROBĂ PRACTICĂ – LUCRARE DE LABORATOR**

**la lecția: Generarea de impulsuri cu modulație în durată (PWM) sub comanda unei tensiuni externe cu ajutorul microcontrolerelor și cu ajutorul circuitelor electronice analogice**

♦ **Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.**

<b>Numele elevului</b>	<b>Nota acordată</b>

♦ **Activitatea se va desfășura în laboratorul de electronică**

♦ **Resurse:** Sistemul ARDUINO UNO cu microcontroler ATmega 328 P, PC conectat la Internet și la sistemul ARDUINO UNO prin cablu USB 2.0, plăci de probă și fire de legătură, componente electronice (circuite integrate 555, tranzistoare bipolare de semnal mic BC547, LED-uri, rezistoare de 56  $\Omega$ , 270  $\Omega$ , 2,7k $\Omega$ , 5,6k $\Omega$  și 10k $\Omega$ , potențiometri de 5 k $\Omega$  și 250  $\Omega$ , condensatoare ceramice de 10 nF și multistrat de 0,1 $\mu$ F, întrerupătoare miniatură), listingul programului de înscris în memoria sistemului cu microcontroler, schemele electrice ale montajelor experimentale, sursă de tensiune continuă, generator de semnal, multimetru, osciloscop cu două spoturi, foi de catalog ale componentelor electronice, trusă de scule de electronist.

♦ **Organizare:** Elevii lucrează conform metodei mozaicului, împărțiți inițial în trei grupe:

- o grupă realizează pe o placă de probă schema electrică din fig. 1 aferentă generatorului PWM realizat cu microcontroler;
- a doua grupă realizează pe o altă placă de probă schema electrică aferentă generatorului PWM cu circuitul 555 varianta 1 descrisă în fig. 2;
- a treia grupă realizează pe o altă placă de probă schema electrică aferentă generatorului PWM cu circuitul 555 varianta 2 descrisă în fig. 3;

◆ **Timpul efectiv de lucru este de 100 minute.**

**Procedura de lucru:**

1. În prima fază:

- grupa corespunzătoare schemei electrice din fig. 1, după realizarea montajului experimental, înscrie programul în sistemul ARDUINO UNO cu ajutorul PC, lansează programul în execuție și verifică și calibrează cu ajutorul osciloscopului funcționarea sistemului prin câteva setări diferite ale pozițiilor întrerupătoarelor K1...K16 care vor determina înscrierea corespunzătoare a valorii numerice selectate în registrului OCR1A și prin modificarea poziției cursorului potențimetrului P care dă tensiunea  $V_{IN}$  de modulare a lățimii impulsurilor;
- grupa corespunzătoare schemei electrice din fig. 2, după realizarea montajului experimental, conectează intrarea PJ la generatorul de semnal dreptunghiular, alimentează montajul și verifică și calibrează cu ajutorul osciloscopului funcționarea sistemului, alegând diferite valori pentru frecvența semnalului generatorului de semnal dreptunghiular și diferite poziții ale potențimetrului P pentru modularea lățimii impulsurilor;
- grupa corespunzătoare schemei electrice din fig. 3, după realizarea montajului experimental, alimentează montajul și verifică și calibrează cu ajutorul osciloscopului funcționarea sistemului, alegând diferite valori pentru frecvența semnalului generat prin modificarea poziției cursorului rezistenței R2 și diferite valori ale factorului de umplere prin modificarea poziției cursorului potențimetrului P.

Acestei faze inițiale i se alocă 40 minute.

2. Urmează faza a doua în care toate cele trei grupuri se reunesc și realizează împreună măsurătorile conform tabelului de mai jos, rezultatele măsurătorilor fiind înscrise de fiecare elev în propriul caiet..

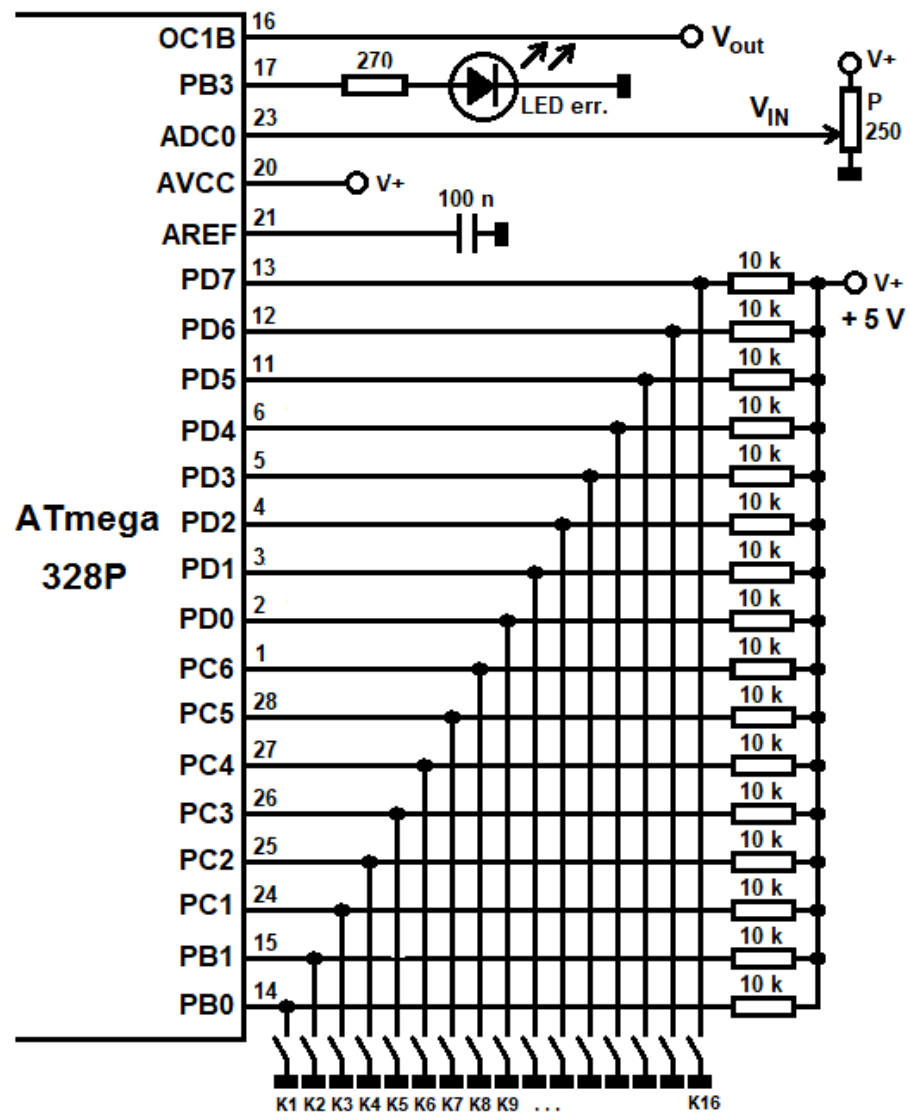
Se va folosi ca etalon schema electrică din fig. 3 pentru stabilirea frecvențelor și factorilor de umplere corespunzătoare semnalelor generate de toate cele trei variante, în sensul că se va regla montajul din fig. 3 conform datelor din tabel, se vor nota în tabel frecvența și factorul de umplere măsurate cu osciloscopul pentru fiecare din cele optsprezece rânduri de măsurători corespunzător schemei din fig. 3, după care, la fiecare linie de măsurători, se vor regla celelalte două variante aferente fig. 1 și 2 astfel încât să se obțină aceiași parametri (frecvență și factor de umplere) mășurați cu osciloscopul, notându-se în tabel valorile reglajelor.

<i>Var.</i>	<i>Fig. 1</i>		<i>Fig. 2</i>	<i>Fig. 3</i>				
<i>Nr. crt.</i>	<i>OCR1A</i>	<i>V<sub>IN</sub></i> <i>[V]</i>	<i>INTRAREA DE MODULARE</i> <i>[V]</i>	<i>R2</i> <i>[kΩ]</i>	<i>V<sub>IN</sub></i> <i>[V]</i>	<i>Frecvența</i> <i>[kHz]</i>	<i>Factorul de umplere</i>	<i>Observații</i>
1				1	0			
2					1			
3					2			
4					3			
5					4			
6					5			
7				2,5	0			
8					1			
9					2			
10					3			
11					4			
12					5			
13				4	0			
14					1			
15					2			
16					3			
17					4			
18					5			

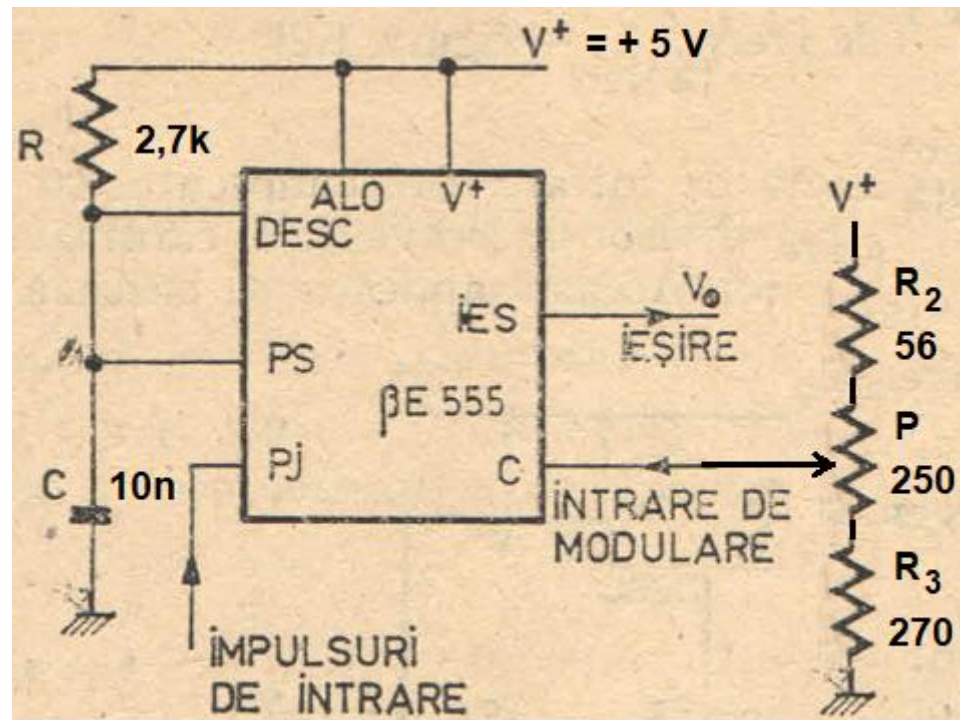
Acestei faze i se alocă 35 minute.

3. În ultima fază, se formează grupuri de câte trei elevi, câte unul din fiecare din cele trei grupuri inițiale de experți, acordându-se fiecăruia din cei trei elevi câte 5 minute pentru a-i învăța pe ceilalți doi particularitățile tipului de generare de semnale PWM în care el a devenit expert, în total această fază consumându-se în 15 minute.
4. În ultimele 10 minute, clasa se reunește sub îndrumarea profesorului care fixează și întărește ideile principale ale lecției, coordonând discuția comparativă referitor la cele trei metode în sensul aprecierii rezoluției generării de semnale dreptunghiulare cu modulația în durată (PWM) caracteristică fiecăreia dintre ele și evaluând participarea elevilor la activitate.

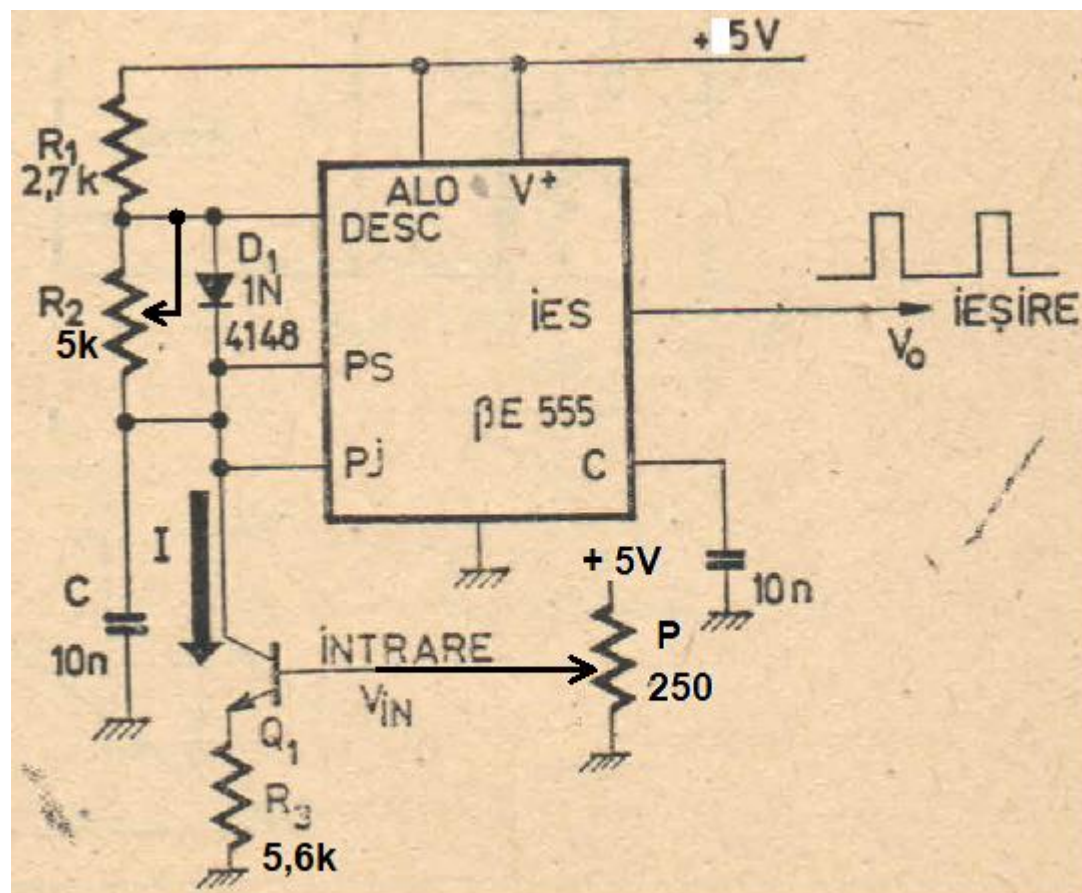




*Fig. 1. - Generator PWM cu microcontroler*



**Fig. 2. - Generator PWM var. 1 - schema electrică**



**Fig. 3 - Generator PWM var. 2 - schema electrică**

**BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE**

Numele elevului .....

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora		
				Punctaj maxim	Punctaj realizat
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Identificarea componentelor utilizate	11 p	
			Alegerea componentelor, sculelor, AMC-urilor, echipamentelor de protecție adaptate sarcinii de lucru	9 p	
			Respectarea normelor de protecție a mediului, normativele, regulile de sănătate și securitate a muncii	3 p	
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Verificarea componentelor utilizate	5 p	
			Realizarea cablajului imprimat / pregătirea plăcii de probă	9 p	
			Realizarea montajului conform cerințelor	9 p	
			Funcționarea montajului	9 p	
			Folosirea corespunzătoare a echipamentelor de lucru, a aparatelor de măsură și control	9 p	
			Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	9 p	
			Respectarea normelor NTSM și PSI	4 p	
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Explicarea funcționării montajului	9 p	
			Folosirea corectă a terminologiei de specialitate	4 p	

**Observație!!! Nu există variantă online pentru lucrarea de laborator**

## V. Bibliografie

- 1) [Ștefan, G., Circuite și sisteme digitale, București, Ed. Tehnică, 2000](#)
- 2) [Spânulescu, I., Spânulescu, S., Circuite integrate digitale și sisteme cu microprocesoare, București, Ed. Victor, 1996](#)
- 3) [ATmega328P 8-bit AVR microcontroller Datasheet Complete, ATMEL, 2016](#)

- 4) [ARDUINO Development Board, Reference Manual, Ver. 1.7.11](#)
- 5) [PCB83C552 Microcontroller User Manual](#)
- 6) [Bodea, M., Vătășescu, A. & colectiv. \(1984\). Circuite integrate liniare – Manual de utilizare vol. III, București : Editura Tehnică](#)
- 7) OMENCS nr. 4121 din 13.06.2016. Anexa 4 – „Standarde de pregătire profesională – Calificările profesionale: Tehnician operator tehnică de calcul – Nivel 4”
- 8) OMEN nr. 3500 din 29.03.2018. Anexa 2 – „Planurile de învățământ pentru cultura de specialitate, pregătirea practică și stagiile de pregătire practică din aria curriculară Tehnologii, pentru clasa a XII-a ciclul superior al liceului – filiera tehnologică”
- 9) OMEN nr. 3501 din 29.03.2018. Anexa 2 – „Curriculum pentru clasa a XII-a ciclul superior al liceului – filiera tehnologică, calificările profesionale Tehnician operator tehnică de calcul, domeniul de pregătire profesională Electronică Automatizări”
- 10) OMEN nr. 3502 din 29.03.2018 – „Orientări metodologice generale pentru elaborarea curriculumului în dezvoltare locală pentru clasele a XI-a și a XII-a, ciclul superior al liceului, filiera tehnologică și pentru clasa a XI-a învățământ profesional”
- 11) [https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl\\_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf](https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf)