



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN MEHEDINȚI
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
DROBETA TURNU SEVERIN 2004



PROBA EXPERIMENTALĂ

CLASA a X-a

Subiectul lucrării: **CIRCUITE DE LIMITARE**

Citește cu atenție:

1. Ai la dispoziție **3 ore** efective de lucru pentru problema experimentală
2. Pentru redactarea răspunsurilor vei utiliza **foile de concurs** primite. Dacă îți sunt necesare, poți solicita foi suplimentare.
3. Scrie pe foile de concurs toate rezultatele măsurărilor pe care le efectuezi și orice consideri important pentru rezolvarea problemei și pentru notarea acestei rezolvări. Este recomandat ca în rezolvare să folosești mai ales ecuații, numere, simboluri grafice și diagrame.
4. **Este obligatoriu** să înscrii în casetele marcate la începutul fiecărei foi de concurs **datele tale de identificare**. Paginile care dorești să fie luate în calcul la corectare vor fi numerotate în ordinea utilizării. Dacă nu dorești ca unele pagini folosite să fie luate în considerare la notare, taie-le cu o cruce mare pe toată suprafața și nu le considera la numerotare.
5. Când termini, aranjează foile în ordinea corespunzătoare.

Subiectul a fost propus de:

Prof. drd. Dan Trancotă, Prefectura Mehedinți

Prof. Constantin Sîrbulescu, Consiliul Județean Mehedinți

Prof. Mihai Agape, Clubul Copiilor Orșova

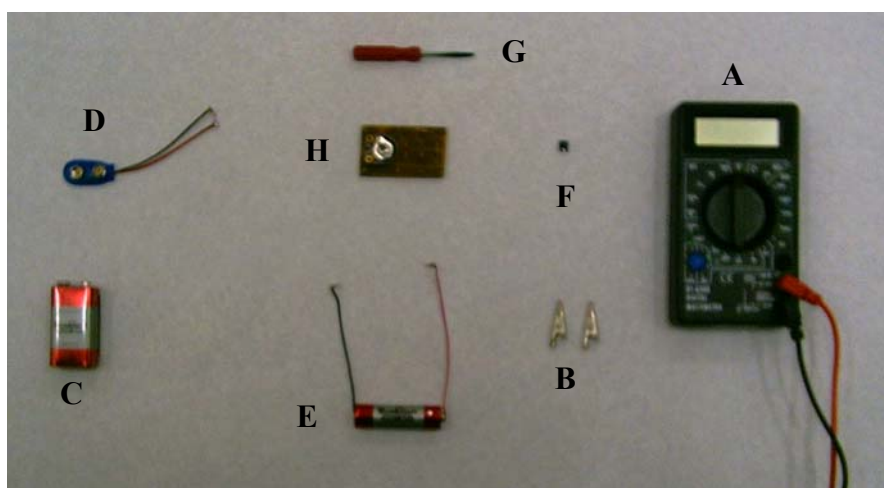
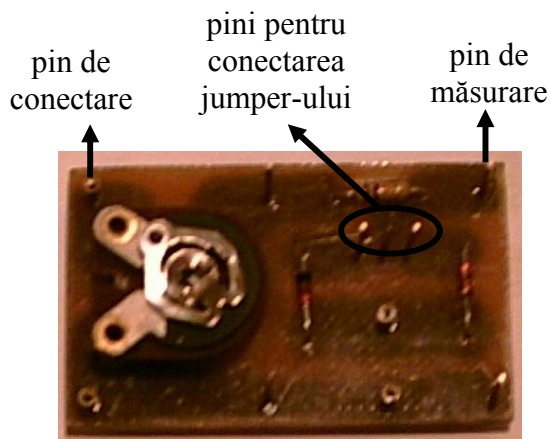
Au colaborat membrii Catedrei de Fizică a Grupului Școlar „Domnul Tudor”: prof. Mădica Pîțpea, prof. Elena Boescu, prof. Maria Chilea, prof. Petre Bordea, prof. Adrian Tutunaru, prof. Ștefan Albulețu, prof. Vali Carapencea.

Experimentul a fost realizat cu ajutorul d-rei Sanda Baboniu, Director al Grupului Școlar „Domnul Tudor” și a Clubului Copiilor Orșova. La realizarea elementelor de conectare au contribuit elevii: Dragoș Florescu, Gheorghe Catană (Grupul Școlar „Domnul Tudor”) și Mihai Moacă (Clubul Copiilor Orșova).

Aparate și materiale

Aparate și materiale disponibile

	Aparate și materiale	Cant.
A	Multimetru digital	1
B	Crocodil	2
C	Baterie 9V	1
D	Suport baterie 9V	1
E	Element galvanic de 1,5 V	1
F	Jumper	1
G	Șurubelniță	1
H	Montaj	1
I	Hârtie milimetrică	2



Instrucțiuni pentru multimetru

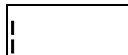
Măsurarea tensiunilor continue:

Conductorul roșu al testerului se conectează la borna „VΩmA”, iar cel negru la borna „COM”.

Comutatorul rotativ se poziționează în zona marcată DCV pe domeniul de măsurare dorit.

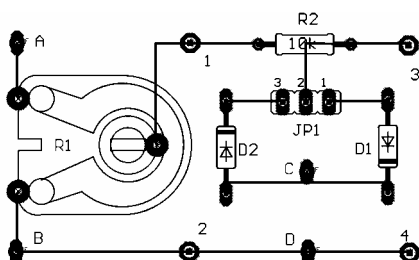
Aparatul măsoară diferența dintre potențialul aplicat bornei „VΩmA” și cel al bornei „COM”, indicând și polaritatea respectivei tensiuni.

În cazul în care tensiunea măsurată este mai mare decât domeniul selectat afișajul indică



Montajul

În figura de mai jos este reprezentată dispunerea componentelor montajului și schema cablajului.



Jumper – ul (F) este un mic șunt acoperit cu material plastic care poate fi plasat pe o pereche de pini.

Prin conectarea jumper - ului între pinii 1 și 2 ai JP1 se introduce în montaj componenta D1, iar prin conectarea între pinii 2 și 3 se introduce componenta D2.

Circuite de limitare

Scopul lucrării constă în ridicarea caracteristicilor de transfer a circuitelor de limitare.

Introducere teoretică

Diportul este un circuit electric cu patru borne de acces grupate în două porți.



Diportul este folosit astfel încât la una dintre porți se comportă ca un receptor de putere (**poarta de intrare**), iar la cealaltă, ca un generator de putere (**poarta de ieșire**). U_I reprezintă **tensiunea de intrare** (indicele este inițiala cuvântului englezesc *input* – *intrare*), iar U_O reprezintă **tensiunea de ieșire** (indicele este inițiala cuvântului englezesc *output* – *ieșire*).

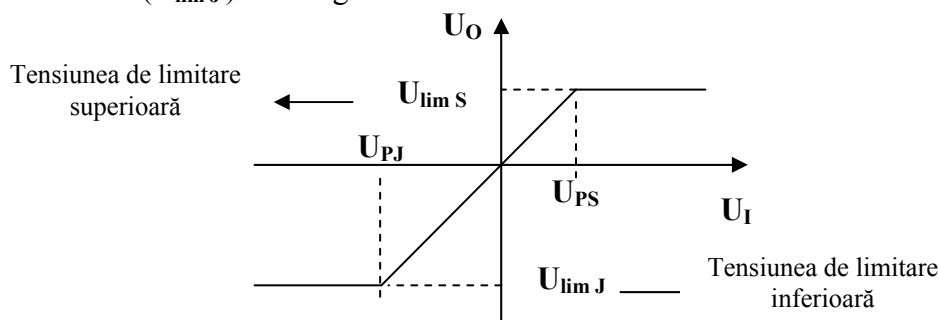
Între **tensiunea de ieșire** U_O (obținută la ieșirea diportului) și **tensiunea de intrare** U_I (aplicată la intrarea diportului) există o anumită dependență $U_O = U_O(U_I)$ a cărei reprezentare grafică se numește **caracteristică de transfer** a diportului.

Circuitele de limitare (limitatoare) sunt diporți a căror tensiune de ieșire nu poate depăși o valoare dată numită **tensiune de limitare**. Tensiunea de limitare poate fi atât pozitivă cât și negativă.

În funcție de domeniul de limitare circuitele de limitare se pot **clasifica** în:

- **Limitator de maxim** (limitator „sus”) – tensiunea la ieșirea limitatorului (U_O) rămâne practic constantă la valoarea de limitare ($U_{lim\ S}$) când tensiunea de intrare (U_I) depășește o valoare de prag (U_{PS}).
- **Limitator de minim** (limitator „jos”) – tensiunea la ieșirea limitatorului (U_O) rămâne practic constantă la valoarea de limitare ($U_{lim\ J}$) când tensiunea de intrare (U_I) rămâne sub o valoare de prag (U_{PJ}).
- **Limitator bilateral** – tensiunea la ieșirea limitatorului (U_O) rămâne practic constantă când tensiunea de intrare (U_I) depășește limitele valorilor de prag (U_{PJ} , U_{PS}).

Mai jos este reprezentată **caracteristica de transfer idealizată** a unui circuit de limitare bilateral. După cum se observă tensiunea de limitare superioară ($U_{lim\ S}$) este pozitivă, iar tensiunea de limitare inferioară ($U_{lim\ J}$) este negativă.



Expresia dependenței $U_O = U_O(U_I)$ este:

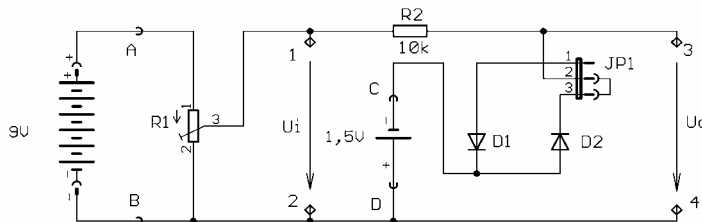
$$U_O = \begin{cases} U_{lim\ J}, & \text{pentru } U_I \leq U_{PJ} \\ U_I, & \text{pentru } U_{PJ} < U_I \leq U_{PS} \\ U_{lim\ S}, & \text{pentru } U_I > U_{PS} \end{cases}$$

Desfășurarea experimentului

1. Limitator de minim (cu tensiune de limitare inferioară negativă)

Conectează în montaj jumper - ul (între pinii 2 și 3 ai **JP1**), elementul galvanic de 1,5V (între pinii de conectare C și D) și bateria de 9 V (între pinii de conectare A și B), astfel încât să realizezi circuitul din figura alăturată, pentru ridicarea caracteristicii de transfer a limitatorului.

Tensiunea de intrare ($U_I = U_{12}$) se măsoară prin conectarea voltmetrului între pinii de măsurare 1 și 2 de pe montaj, iar tensiunea de ieșire ($U_O = U_{34}$) se poate măsura prin conectarea voltmetrului între pinii de măsurare 3 și 4 de pe montaj.



Cu ajutorul rezistorului semivariabil R1, modifică tensiunea la intrarea circuitului de limitare ($U_I = U_{12}$) cu un pas de 0,5V (de exemplu poți stabili valorile date de relația: $U_I = k \cdot 0,5V$ unde $k = 18, 17, \dots, 1, 0, -1, \dots, -17, -18$ i.e. $U_I = 9V; 8,5V; 8,0V; \dots; -8,5V; -9V$). Evident pentru tensiuni de intrare negative va trebui să inversezi polaritatea bateriei de 9V. Pentru fiecare valoare a tensiunii de intrare măsoară tensiunea de ieșire corespunzătoare ($U_O = U_{34}$). Rezultatele măsurătorilor se vor trece în primele două coloane ale unui tabel similar celui de mai jos¹.

U_I (V)	U_O măsurat (V)	U_O (V)

Completează coloana a treia cu valorile corectate și rotunjite (la sutimi de V) ale tensiunii de ieșire, considerând că în cazul măsurării acestei tensiuni, valorile pozitive sunt afectate de o eroare sistematică relativă $\varepsilon = -1\%$ (iar cele negative de o eroare sistematică $\varepsilon \approx 0\%$).

Pe baza datelor experimentale din coloanele 1 (U_I) și 3 (U_O) ale tabelului reprezintă pe hârtie milimetrică caracteristica de transfer a limitatorului $U_O = U_O(U_I)$.

I₁₋₁ (10 puncte)

Se cer tabelul și graficul $U_O(U_I)$.

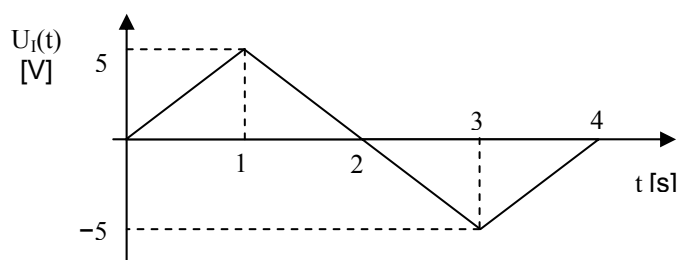
I₁₋₂ (3 puncte)

Aproximează graficul $U_O(U_I)$ prin intermediul a 2 segmente de dreaptă (caracteristica idealizată) și scrie expresia dependenței $U_O = U_O(U_I)$ corespunzătoare.

Determină U_O pentru următoarele valori ale tensiunii de intrare: $U_I = 10V$ și $U_I = -10V$.

I₁₋₃ (2 puncte)

Dacă la intrarea circuitului de limitare se aplică o tensiune lent variabilă $U_I(t)$ care se modifică în timp ca în figura alăturată, reprezintă grafic forma tensiunii de ieșire $U_O(t)$.



2. Limitator de maxim (cu tensiune de limitare superioară negativă)

Conectează jumper - ul între pinii 1 și 2 ai **JP1** (elementul galvanic de 1,5V rămâne conectat ca în cazul anterior) astfel încât să obții un limitator de maxim cu tensiune de limitare superioară negativă. Ridică experimental caracteristica de transfer a circuitului.

I₂ (5 puncte)

Se cer tabelul cu datele experimentale, reprezentarea grafică a caracteristicii de transfer și expresia dependenței $U_O = U_O(U_I)$.

¹ După terminarea măsurătorilor deconectați bateria de 9V pentru a nu se descărca inutil!