

Grup Școlar Industrial Metalurgic Reșița

Frecvențmetru digital de 1MHz

Elev:	Îndrumător:
Năvală Alexandru	Ing. Păun Lucian

Promoția 2004

Cuprins

Memoriu justificativ	pag. 3
Rezistorul electric	pag. 4-5
Condensatorul electric	pag. 5-6
Dispozitive semiconductoare	pag. 6-7
Tranzistoarele bipolare	pag. 8
Famili C.I.L.	pag. 9-11
Frecvențmetru	pag. 12-14
Lista de piese	pag. 15
Calculul tehnico-economic	pag. 16
Schema electrică	pag. 17-18
Bibliografie	pag. 19
N.T.S.M. la utilizarea curentului electric	pag. 20

Memoriu justificativ

Frecvențmetrul digital este un aparat de măsură util în laboratorul școlar pentru măsurarea frecvențelor.

Aparatul este de gabarit redus deoarece folosește C.I.T.T.L.

Domeniul de frecvență este de la 0 la 1 MHz pentru diferite forme ale semnalelor.

Lucrarea cuprinde descrierea componentelor schemei, funcționarea schemei, lista de piese cablaj, calculul tehnico-economic, N.T.S.M., bibliografie.

Rezistorul (Rezistența)

Definiție: este un dispozitiv electric de circuit electric ce are ca proprietate electrică rezistența măsurată în ohmi $R[\Omega]$.

Clasificare:

I. Din punct de vedere al rezistenței:

- 1) Fixe;
- 2) Variabile: a) semireglabile;
b) potențiometre;
c) reostate;

II. Din punct de vedere al puterii disipate:

- 1) de mică putere;
- 2) de medie putere;
- 3) de mare putere;

III. Din punct de vedere constructiv:

- 1) cu peliculă de carbon;
- 2) cu peliculă de oxizi metalici;
- 3) cu peliculă metalică;
- 4) de volum;
- 5) bobinate;

Rezistoarele fixe se construiesc pentru valori standard grupate în serie, în funcție de clasa de precizie.

Montare:

Ca mod de lipire în circuit se pot construi cu sau fără terminale SMD.

SMD: sisteme montate pe suprafață.

Există câteva tipuri de rezistoare speciale:

1) Termistorul: rezistența este dependentă neliniar de temperatură.

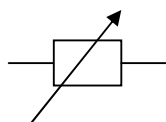
2) Varistorul: rezistența este dependentă de tensiune.

Simboluri:

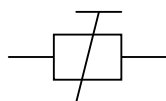
1) fix



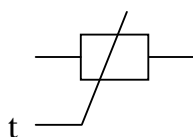
3) potențiometru:



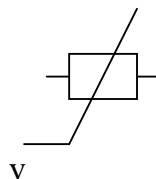
2) variabil:



4) termistor:



5) varistorul

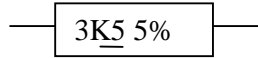


Marcarea:

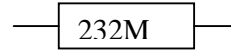
Marcarea rezistoarelor se poate face în cod literar, în clar sau în codul culorilor, iar pe lângă valoare se mai notează toleranța și alți parametri.

Ex: marcarea unui rezistor fix de $3,3\text{K}\Omega \pm 5\%$

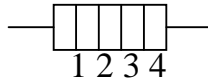
În clar:



în cod literar:



În codul culorilor:



1,2,3,4-inele;

1,2 – portocaliu;

3 – roșu;

4 – auriu;

Condensatorul electric

Definiție: este un dispozitiv de circuit electric a cărui proprietate electrică este capacitatea măsurată în farad C[F].

Este format din două armături metalice separate de un dielectric electric.

Clasificare:

I. după modificarea capacității:

- 1) fixe;
- 2) variabile: a) semireglabile (Trimer);
b) variabile propriu-zise;

II. după construcție:

- 1) polarizate (electrostatice): a) cu electrolit;
b) cu tantal;
- 2) nepolarizate: a) ceramice;
b) cu hârtie;
c) cu polistiren;
d) cu plastic;

Principalele proprietăți ale condensatoarelor:

- 1) capacitatea nominală: C_n [F];
- 2) tensiunea nominală: U_n [V];
- 3) domeniul temperaturilor de lucru: [$^{\circ}\text{C}$];
- 4) coeficientul de modificare cu temperatura al capacității: α_N [%];
- 5) rezistența de izolație: R_{iz} [Ω];
- 6) tangenta unghiului de pierderi: $\text{tg}\delta$ [%];

Marcarea:

Marcarea condensatoarelor se poate face în cod literar, în clar și în codul culorilor.

La marcarea în codul culorilor pot fi 3,4 sau 5 inele, benzi sau puncte colorate.

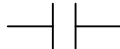
În codul culorilor citirea se poate face de la inelul cel mai apropiat de terminale, iar la altele de la inelul cel mai îndepărtat de terminale.

La cele cu 3 culori, 1 și 2 formează valoarea, iar 3 coeficientul de multiplicare.

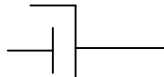
La cele cu 4 culori, 1 este coeficientul de modificare cu temperatura restul fiind indentic cu cele de la trei culori, iar la cele cu 5 culori avem în plus toleranța indicată de ultima culoare.

Simboluri:

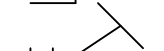
1) fix nepolarizat:



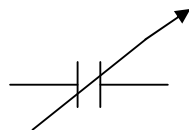
2) fix polarizat:



3) trimer:



4) variabil:



Diode semiconductoare

Definiție: este dispozitivul electric semiconductor cu două terminale și o joncțiune pn.

Clasificare:

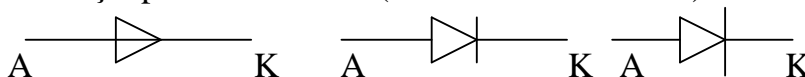
Cele mai folosite tipuri de diode semiconductoare sunt:

- 1) dioda redresoare;
- 2) dioda Zenner (stabilizatoare);
- 3) dioda Varicap;
- 4) dioda cu contact punctiform;
- 5) dioda tunel;

Dioda redresoare

Definiție: se folosește pentru redresare (transformă c.c. în c.a.)

Simbol:



Principiul de funcționare este asemănător cu cel al joncțiunii *pn*.

Dioda Zenner

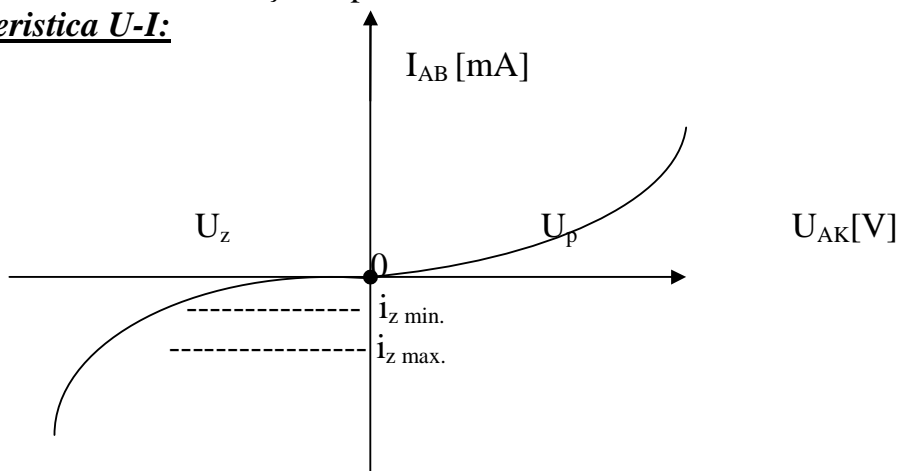
Simbol:



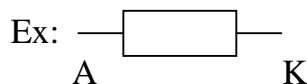
În polarizare directă se comportă ca o diodă obișnuită, iar în polarizare inversă U_P rămâne aproape constantă între anumite limite ale curentului invers.

Dioda Zenner se folosește în polarizare inversă.

Caracteristica U-I:

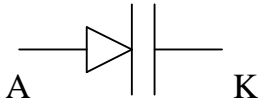


Marcarea și comportarea în c.c. și c.a.: este asemănătoare cu cea a diodei redresoare.



Dioda varicap

Simbol:



Capacitatea joncțiunii este puternic dependentă de tensiune de polarizare inversă.

Caracteristica U-I este asemănătoare cu cea a diodei redresoare avînd U și I mai mici.

Marcarea și comportarea în c.c. și c.a. este asemănătoare cu cea a diodei redresoare.

Ex: 

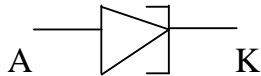
Dioda cu contact punctiform

Definiție: este o diodă redresoare de curent mic și înaltă frecvență.

Simbolul, caracteristica U-I, marcarea și comportarea în c.c. și c.a. este asemănătoare cu cea a diodelor redresoare doar că se pot folosi pentru frecvențe mult mai mari.

Dioda tunel

Simbol:

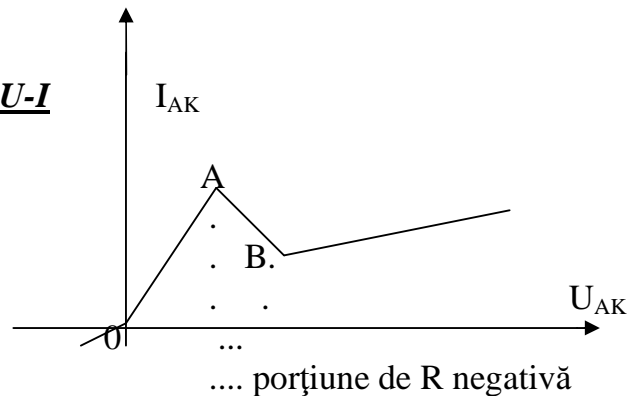


Rezistența negativă nu este o mărime fizică ci înseamnă că la o creștere a U are loc o scădere a lui I.

Introducerea ei se realizează pe următoarea definiție a rezistenței:

$$R = \Delta U / \Delta I = U_2 - U_1 / I_2 - I_1$$

Caracteristica U-I



Marcarea este asemănătoare cu a diodelor redresoare.

Dioda tunel se folosește pentru condensarea circuitelor oscilante de înaltă frecvență. Comportarea în c.c. și c.a. este asemănătoare diodelor cu contact punctiform.

Tranzistoare bipolare

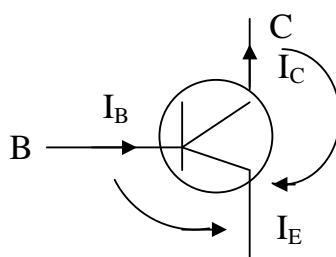
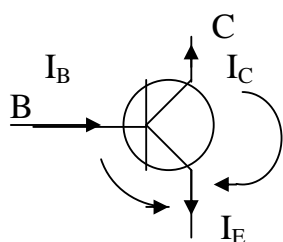
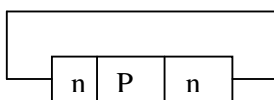
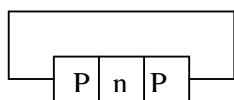
Definiție: este un dispozitiv electronic format din 3 regiuni semiconductoare extrinseci dispuse alternat.

Fiecărei regiuni i se atașează un terminal pentru legătură cu exteriorul, cele trei terminale se numesc emitor E, bază B, colector C.

Avem două tipuri de tranzistoare:

1) npn:

2) npn:



I_C curent în colector;

I_B curent în bază;

U_{BE} tensiune bază-emitor;

U_{CE} tensiune colector-emitor;

U_{CB} tensiune colector-bază;

Între emitor și bază se formează joncțiunea J_{BE} , iar între colector și bază se formează joncțiunea J_{BC} .

Funcționare:

Pentru funcționarea normală J_{BE} se polarizează direct iar J_{BC} se polarizează invers.

Emitorul este regiunea cea mai puternic dopată având rolul de a emite un curent de purtători majoritari înspre colector.

Baza este foarte subțire față de emitor și colector, datorită polarizării directe a J_{BE} apare un curent de electroni prin această joncțiune, baza fiind foarte subțire o mică parte din acești electroni se recombina cu golurile din bază, cei mai mulți trec în C favorizând polarizarea inversă a J_{BC} .

În acest fel curentul din colector de valoare mare poate fi controlat cu curentul din bază de valoare mică (efect de tranzistor).

Famili de C.I.logice

În funcție de modul de realizare al circuitelor integrate logice există mai multe familii și subfamilii de C.I.L.

1) T.T.L. – logică tranzistor tranzistor:

- a) standard;
- b) schotky;
- c) low schotky;

2) M.O.S. – metal oxid semiconductor:

- a) N.M.O.S.;
- b) P.M.O.S.;
- c) C.M.O.S.;

3) I.I.L. – logică injecție injecție;

4) E.C.L. – logică cuplaj prin emitor;

Aceste familii diferă prin diferiți parametri electrici ai circuitelor de același tip cu excepția microprocesoarelor și memoriilor ce lucrează la frecvențe foarte înalte.

Există 4 mari familii de coduri pentru circuitele și componentele electronice:

1) Codul european:

- TXA *****
- GXA *****
- HEF *****
- PXA *****

2) Codul URSS;

3) Codul american:

- JEDEC;

4) Coduri japoneze:

- HD ***** Hitachi;
- MN ***** Matsushita;
- MPB *** NEC;
- LM ***** Sanyo;
- CXD ***** Sony;
- TD ***** Toshiba;
- M ***** Mitsubishi;

Parametri C.I.logice.

Circuitele integrate logice dintr-o familie au aceleași tipuri de parametri și aceleași nivele logice de tensiune.

Diferențele semnificative între familii sunt:

- 1) Tensiunea de alimentare;
- 2) Valorile semnalului de intrare și de ieșire pt 0 și 1 logic;
- 3) Consumul de putere electrică;
- 4) Frecvența maximă de lucru;
- 5) Numărul de circuite standard din aceeași familie comandată de ieșirea altui circuit standard din aceeași familie;
- 6) Mediul de interconectare între porțile logice din famili diferite.

Intrările neutilizate se conectează în funcție de necesitățile familiei, masei, sau tensiuni de alimentare direct sau printr-o rezistență de o anumită valoare.

Principali parametri sunt:

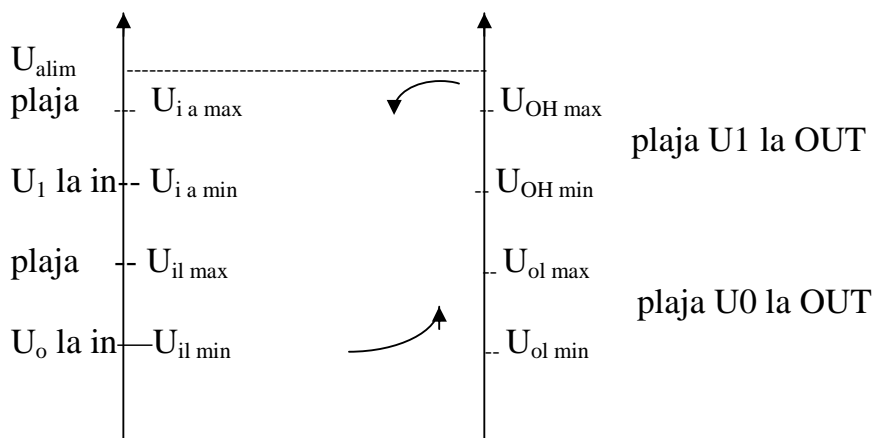
1) Caracteristica statică de transfer:

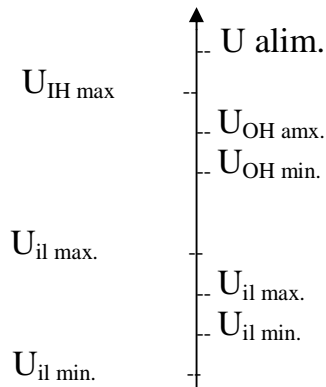
Este legată de modificarea tensiuni de ieșire în funcție de modificarea tensiuni de intrare.

Dacă la 0 logic avem un nivel scăzut de tensiune la 1 logic avem nivel ridicat de tensiune logică care este pozitivă iar invers avem negativă (mai rar folosită).

Nivelul de tensiune se notează cu L (low) iar nivelul ridicat H (high).

2) Margine de zgomot:





Definim următoarele mărimi:

$M_L = U_{oi\ max} - U_{oL\ min} =$ margine de zgomot pt 0 logic;

$M_A = U_{oH\ max} - U_{iH\ min} =$ margine de zgomot pt 1 logic;

Marginile de zgomot diferă de la familie de la familie.

3) Viteza de comutare:

Reprezintă timpul maxim de propagare al semnalului prin C.L. în funcție de tipul comutării apar doi timpi de propagare diferiți t_{PLM} și t_{PHL} .

În practică se ia media aritmetică a celor doi timpi.

4) Consumul de putere:

Depinde de regimul de lucru al circuitului (static sau de comutație). În comutație puterea crește semnificativ.

În practică se consideră o putere medie.

5) Factori de încărcare:

a) de ieșire FO – egal cu numărul de C.L. standard dintr-o familie poate comanda ieșirea unui C.L. standard din aceeași familie.

b) de intrare FI – arată de câte C.L.S. dintr-o familie poate fi comandat un C.L. din aceeași familie, de obicei $FI=1$.

În cazul circuitelor T.T.L. avem:

$U_{alim} = 4,75 \div 5,25V$ (uzual 5V).

Intrările neutilizate se conectează:

- 1) direct la tensiunea de alimentare dacă este cel mult 5V;
- 2) printr-o rezistență la tensiunea de alimentare (de $1K\Omega$);
- 3) la o intrare utilizată a aceleiași porți logice dacă logica circuitului și FO o permit;
- 4) la ieșirea unei porți neutilizate;
- 5) la masă;

Variante constructive de porți T.T.L.

- 1) seria standard;
- 2) seria open-colector (în gol de putere);
- 3) seria rapidă;

- 4) seria de putere redusă;
- 5) seria schotky;
- 6) seria schotky avansată;
- 7) seria schotky de putere redusă;
- 8) seria cu trei stele;

Variantele 1-7 sunt realizate pentru a îmbunătăți viteza de comutație sau putere consumată, cei doi parametri mergând în sens contrar.

Varianta 8 are o a treia stare la ieșire (pe lângă 0 și 1 logic) numită **impedanță** notată (high z) în care circuitul se comportă ca și cum ar fi deconectat.

Frecvențmetru

Pentru lucrul în joasă frecvență, de multe ori se dovedește utilă folosirea unui frecvențmetru.

Desigur unii oameni posedă un asemenea aparat, fie industrial, fie confecționat după șema generală.

Bineînțeles, rezultatele obținute în măsurători sunt în majoritatea cazurilor direct proporționale cu complexitatea montajului și acuratețea execuției, în cazul celor „HOME MADE”.

Afișarea se face, în majoritatea cazurilor cu 6, 7 sau 8 cifre. Consumul de energie este de obicei, peste 300mA în curent continuu, ajungând la valori impresionante la variantele T.T.L. cu 8 cifre și diverse divizoare la intrare (de ex. 95H90, 11C90).

Montajul propus spre realizare întrunește câteva caracteristici notabile:

- consum redus de energie;
- volum fizic redus;
- folosirea circuitelor CMOS de fabricație indigen;
- posibilitatea înlocuirii prin circuite TTL sau HCT în cazul în care se dorește extinderea gamei de frecvențe măsurabile;
- afișarea pe numai 4 cifre a informației utile;

După cum se observă în schema principală se disting șase blocuri principale:

- divizoare de intrare;
- bază de timp cu cuarț;
- modul de numărare-afișare;
- circuite ce furnizează semnale LE (latch) și RST (reset);
- alimentare cu energie;
- formatoarele semnalului de intrare;

Elementul original al acestui montaj îl întâlnim în mod de numărare-afișare și este reprezentat de C.I.-MMC22925, produs la „Microelectrica”. Aastă capsulă DIL16, este de fapt o reproducere a unui celebru cip Național Semiconductor, notat 74C925.

Compatibilitatea este totală. Structura internă pe blocuri funcționale o găsim prezentată în (1).

Se observă imediat asemănarea cu un frecvențmetru clasic, condensată însă pe o singură „așchie” de siliciu cu intrări pentru toate semnalele utile (CLK, RST, LE) și cu ieșiri multiplexate pentru patru cifre.

Acest ultim amănunt, precum și executarea C.I. cu structurile CMOS, asigură un consum redus de energie. Tensiunea de funcționare este de 3-6V.

Ieșirile spre segmentare se trec prin rezistențe de limitare, iar comanda cifrelor cu catod comun se trec prin intermediul unor tranzistoare cu rol de etaj tampon

Realizare practică

Baza de timp este construită cu ajutorul unui alt circuit CMOS, respectiv 4060. Acesta conține un oscilator, precum și un șir de 14 divizoare binare. În cazul acestui montaj am folosit un cuarț de 32768 Hz (2^{14}). La pinul 3 al C.I. 4060 se va obține o divizare cu 2^{14} un semnal de 2 Hz, cu precizia și stabilitatea cuarțului.

Pentru a obține semnalul util de 1 Hz pentru acționarea corectă a modului de numărare se mai face încă o divizare cu 2 prin intermediul a $\frac{1}{2}$ 490 circuit TTL divizor cu 2 și 5.

Semnalul furnizat la ieșirea lui 490 (1 Hz) comandă poarta construită cu D1 și D2, a cărei ieșire atacă blocul de numărare-afișare.

Paralel se declanșează un prim monostabil cuprins în C.I.4098 (4528), al cărui impuls de ieșire este furnizat blocului de numărare la intrare LE, comandând, totodată, un al doilea monostabil a cărei ieșire furnizează impulsul necesar la intrarea RST.

Cronograma asociată funcționării corecte a frecvențmetrului descris până în acest moment se poate observa în fig.2.

Semnalul de intrare este format cu ajutorul porților NAND 1 și 2. pentru acest loc s-a preferat varianta TTL, respectiv 74LS132. cei ce posedă, pot folosi, bineînțeles, circuite CMOS rapide, tip 74HC132.

Urmează o primă divizare cu 5 necesară pentru corelarea bazei de timp (1s) cu perioada efectivă de măsurare efectivă a semnalului precum și furnizarea semnalelor RST și LE. După acest divizor, la ieșire se va face o nouă divizare cu 10. Cele două semnale :5 și :50 ajung printr-un comutator electronic cu patru porți NAND la intrare de numărare CLK, via D1.

În funcție de poziția întreruptorului I ce comandă în c.c. comutatorul, vom obține două game de măsurare a frecvențelor: 0 la 99,99 KHz și 0 la 999,9 KHz.

După cum am arătat, elementul original al montajului este C.I. MMC22925. conform datelor (1), acesta poate măsura și afișa până la 1 MHz frecvența de intrare. Rezultă deci de altfel că orice altă frecvență superioară acestei valori trebuie să sufere o divizare convenabilă pentru a putea fi citită.

Tensiunea de funcționare optimă (+5V) convine și pentru cazul folosirii unor divizoare TTL (74LS90 de exemplu) sau chiar ECL (10131 sau 95H90). Nu recomandăm folosirea pe post de prime divizoare a capsulelor CMOS normale, deoarece acestea au o alimentare de 5V și o funcționare corectă de cca 3 MHz.

Soluția optimă ar reprezenta-o familia CMOS rapid (HC, HCT) ce îmbină frecvența de lucru gen TTL-LS, 40-60 MHz cu consum mic al CMOS-urilor (1,5mW) și tensiunea redusă de lucru (+5V).

În concluzie circuitele folosite depind doar de zestrea fiecărui constructor. În schema electrică de bază prezentată au figurat varianta cea mai acceptabilă, folosind TTL-LS și CMOS normal.

Se pot folosi afișoare cu 7 segmente din producția „Microeletrica” sau tip VQE, cu condiția esențială de a fi de tipul CATOD COMUN.

Sursa de alimentare de +5V prezintă probleme deosebite, având în vedere că afișarea LED cu cel mai „gurmand” regim în curent se face cu multiplexare, deci cu un regim mediu de cca 35mA.

Deci, consumul total va atinge 100mA în cele mai nefavorabile condiții. Prin folosirea în exclusivitate a circuitelor HC și a afișelor cu mare randament luminos, la 1-2mA pe segment, consumul poate scădea la numai 20-25mA, devenită o variantă portabilă.

Nu vom da o anumă sugestie pentru cablaje, imprimate, deoarece posibilitățile multiple de adaptare la piesele disponibile, precum și în cadrul unui complet de măsurători electronice ar face impropriu poate desfășurarea unui anumite forme sau suprafețe.

Punere în funcțiune

Dacă proiectarea, executarea și plantarea cablajului imprimat, se vor lipi conductoare pentru alimentarea LE, RST și CLK.

Se leagă provizoriu RST și CLK la masă, iar LE la +5V și se va alimenta montajul de la această tensiune. Va apărea afișat 0000. dacă fișajul prezintă altă valoare, se va atinge pentru scurt timp cu firul RST bara de +5V. Valoarea afișată va fi 0000. se pune RST la masă.

Se va deconecta CLK de la masă și se va lăsa în aer sau se va atinge punctul de +5V. Numărătorul va avansa. Nu trebuie să vă faceți probleme dacă după deconectare de la (-) a CLK, afișarea va arăta un avans rapid al numărătorului.

Sunt exemplare de MMC22925 extrem de sensibile, ce pot capta brumul electric ambiant. Se pune LE la masă, numărarea se va opri, afișându-se ultima valoare citită. Modul de numărare-afișare va funcționa perfect.

Dacă se va observa apariția unor cifre ciudate, recomandăm verificarea sudurilor la elemente afișare. Defectul este sigur acolo. Se leagă apoi celelalte blocuri componente.

Se pune întreruptorul I la masă. Se aplică la intrare un semnal TTL de frecvență cunoscută, ce se va regăsi afișată în cazul funcționării corecte a întregului montaj. Decuplând de la masă pe I, valoarea afișată va fi divizată prin 10.

Utilizare

- frecvențmetru;
- AVO-metru, prin intercalarea unui convertor frecvență-tensiune;
- scală numerică;
- generator de funcții cu afișarea frecvenței;

N.T.S.M. la folosirea curentului electric

Curentul electric are o acțiune complexă și caracteristică asupra tuturor componentelor organismului uman producând tulburări interne grave (așa numitele șocuri electrice) sau leziunile externe (arsuri electrice, electrocutări și semne electrice)

Accidentele electrice se datoresc următoarelor cauze:

- a) folosirea curentului electric la tensiuni care depășesc pe cele arătate în normele tehnice ale securității;
- b) atingerea conductoarelor neizolate sau insuficient izalate sub tensiune;

Pentru evitarea accidentelor prin electrocutare, prin contactul uneltelor cu care se lucrează în astfel de locuri de muncă, vor avea mânere din materiale electroizolante.

Elementele aflate sub tensiune vor fi protejate de carcase împiedicându-se astfel atingerea acestora. Carcasarea sau îngrădinaarea lor se va exexuta cu plase metalice sau table protejate cu rezistență metalică suficientă și bine fixată.

Montajul se alimentează la tensiune redusă prin intermediul unui transformator. Pericolul unei electrocutări există numai în primarul trnsformatorului.

La realizarea montajului se va folosi pistol de lipit cu izolația coresunzătoare și scule care să nu prezinte pericol de rănire, zgâriere etc.

La realizarea cablajului se va evita contactul cu soluția de corodare.

Bibliografie

(1) – DATA BOOK – „Microelectronica”. 1989

(2) – ELEKTOR, 12/1991.

(3) – LE HAUT PARLEUR, nr. 1788.

Prof. Ing. Gr. I Eugenia Isac

Măsurări electrice și electronice

Manual pentru clasele XI-XII

Editura Didactică și Pedagogică, R.A.

București - 1993