

## 1. Frecvențmetru numeric

Un semnal electric este periodic dacă porțiuni din acesta se repetă identic la intervale egale de timp. Cel mai mic astfel de interval se numește perioada semnalului și se notează cu  $T$ :

$$u(t) = u(t+T) + u(t+nT)$$

Numărul de perioade (repetări) într-o secundă reprezintă frecvența semnalului:

$$f = 1/T$$

Unitatea de măsură a perioadei este secunda iar a frecvenței este herz-ul (Hz).

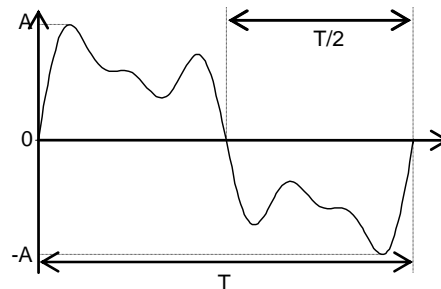


Fig. 1 Perioada unui semnal

Măsurarea numerică a frecvenței se bazează pe numărarea impulsurilor de frecvență necunoscută în intervale de timp precise, stabile în timp și de lungime multiplu de 10 al secunde. Schema bloc a frecvențmetrului numeric este prezentată mai jos:

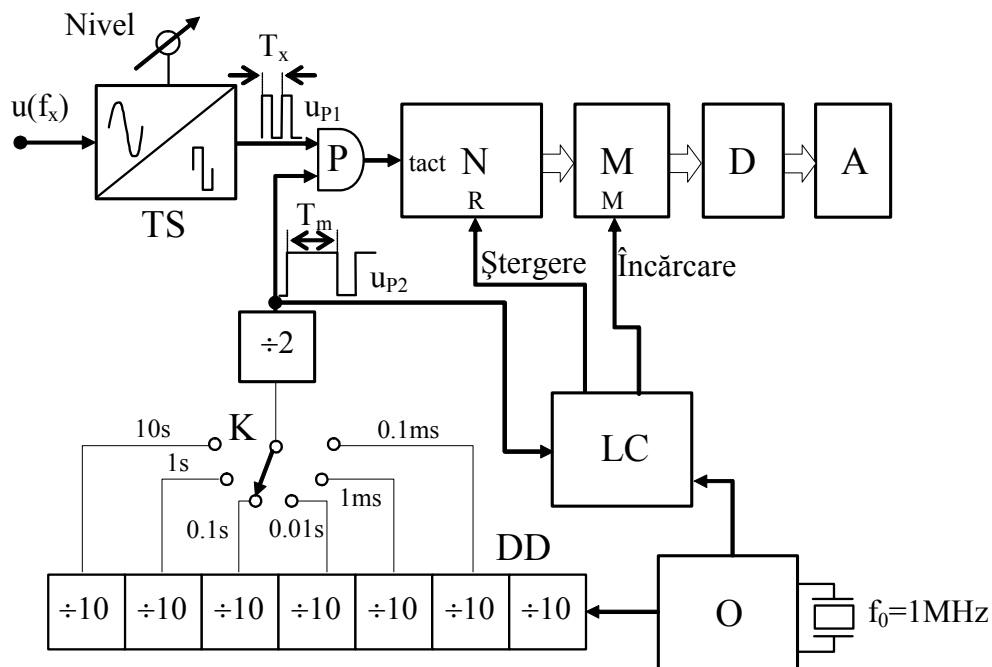


Fig. 2 Schema bloc a frecvențmetrului numeric

Semnalul de intrare,  $u(f_x)$ , a cărui frecvență necunoscută ( $f_x$ ) se măsoară, trebuie

mai întâi transformat într-un semnal dreptunghiular ale cărui nivele de tensiune să corespundă cu cele ale familiei de circuite logice utilizată (TTL, CMOS, ECL, etc). Acest lucru se realizează printr-un circuit de formare (Trigger Schmitt - TS). Circuitul formator este un comparator rapid cu prag variabil, reglabil din potențiometrul „nivel”, și histerezis fix. De notat că frecvența semnalului dreptunghiular obținut este aceeași cu a semnalului de la intrare (cu anumite erori introduse de circuitul formator). Semnalul de la ieșirea formatorului TS este aplicat pe una din intrările porții P (poartă ȘI).

Un oscilator pilotat cu cuarț O (de obicei cu frecvența multiplu de 10 – de exemplu 1 sau 10MHz) generează de asemenea un semnal dreptunghiular, numit de referință (de valoare cunoscută cu precizie și cu stabilitate foarte bună în timp). Acesta este divizat de către un lanț de divizoare decadice (DD). Se obțin astfel un set de frecvențe de referință necesare pentru generarea semnalelor de poartă pe diferitele scări de măsură (selecția timpului de măsurare sau de numărare). Această selecție se realizează cu ajutorul comutatorului K și reprezintă perioada de timp cât poarta P este deschisă (intrarea de jos este în 1 logic) – perioada  $T_m$  în figura 3 (deoarece semnalul obținut din DD are perioada egală cu durata  $T_m$ , pentru obținerea duratei stării de 1 logic egală cu  $T_m$  mai este necesar un divizor cu 2). Pe durata  $T_m$ , impulsurile de perioadă  $T_x$  de pe cealaltă intrare apar și la ieșirea porții P, deci vor exista și la intrarea de tact a numărătorului N. Acestea determină incrementarea conținutului numărătorului N cu o unitate la fiecare impuls. După terminarea perioadei de măsurare  $T_m$ , când semnalul de poartă revine în 0 logic iar numărătorul nu mai numără, logica de comandă LC generează un impuls de încărcare cu care se memorează conținutul numărătorului în registrul de memorare M și apoi un impuls de ștergere cu care se aduce numărătorul N la 0 pentru un nou ciclu de măsurare. Astfel până la o nouă măsurare, rezultatul măsurării precedente este disponibil pe afișorul A. Ciclul se reia odată cu un nou impuls de măsurare  $T_m$ . Formele de undă aferente funcționării frecvențmetrului sunt prezentate în figura următoare.

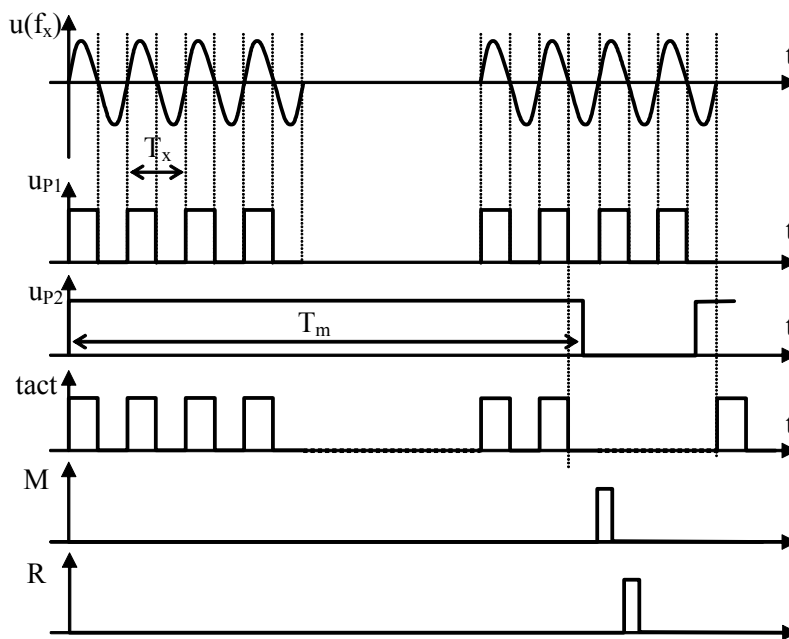


Fig. 3 Formele de undă aferente frecvențmetrului numeric

După cum se observă din figura 3, pe durata  $T_m$ , ajung la numărător un număr  $N$  de impulsuri

$$N = \frac{T_m}{T_x} = T_m \cdot f_x.$$

De regulă durata  $T_m$  se alege multiplu sau submultiplu de 10:

$$T_m = 10^n \text{ s}, \quad n = 1, 0, -1, -2, -3, -4,$$

de unde:

$$N = 10^n \cdot f_x,$$

iar pentru  $n=0$ , numărul  $N$  se obține chiar numeric egal cu  $f_x$ . În rest se pune problema doar a poziționării corecte a virgulei pentru ca indicația să fie în Hz, kHz, MHz. Aprinderea virgulei se face prin același comutator al bazei de timp, dar pe o altă secțiune a sa.

Din ecuația de funcționare a frecvențmetrului numeric se obține și eroarea limită ce afectează măsurarea:

$$\frac{\Delta f_x}{f_x} = \frac{\Delta T_m}{T_m} + \frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta f_{osc}}{f_{osc}} + \frac{1}{N}$$

În general se alege scara de măsură astfel încât eroarea de numărare  $1/N$  să fie mai mică față de cea a oscilatorului  $\Delta f_{osc}/f_{osc}$ . Pentru frecvențe mici, eroarea crește foarte mult. Pe lângă termenii de mai sus mai intervin și erorile datorate formatorului de semnal FS (eroarea de trigger și eroarea de basculare).

Cu schema de mai sus se pot măsura frecvențe până la limita superioară a familiei logice utilizate (33MHz pentru TTL, 8MHz pentru CMOS, 300MHz pentru ECL). Pentru frecvențe mai mari se utilizează prescalere (divizoare de frecvență).