

## CAPITOLUL 1

### PROBLEME GENERALE ALE ELECTRONICII DIGITALE

#### 1.1. Semnale analogice, impulsuri, semnale numerice.

Informațiile sub forma unor semnale electrice care sunt generate, prelucrate sau transmise de către circuitele electronice se împart în două mari categorii:

- Informații sub forma analogică; semnalele sunt funcții continue în timp, derivata în funcție de timp este de asemenea o funcție continuă. Nu există salturi și nici puncte unghiulare sau de întoarcere (figura 1.1.a).
- Informații sub forma de impulsuri; semnalele sunt funcții discontinue. Există salturi (figura 1.1.b), derivatele în funcție de timp tind teoretic la infinit.

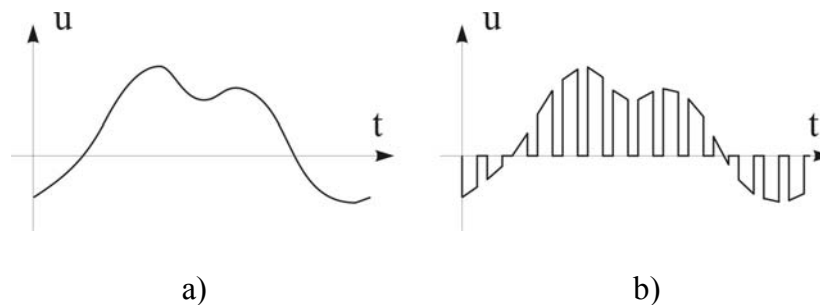


Fig. 1.1. Semnale analogice (a) și semnale sub forma de impulsuri (b)

Această împărțire trebuie completată cu câteva observații.

Semnalele sunt considerate în mod obișnuit periodice. Semnalele aleatoare sau impulsurile singulare nu intră în zona de atenție a cursului.

Semnalele prezentate sunt semnale ideale. Nu există însă în semnalele reale discontinuități ideale, salturile au panta mare dar finită, astfel că nici derivatele nu sunt infinite.

Împărțirea nu este atât de netă. Există impulsuri care nu au discontinuități ci puncte unghiulare sau de întoarcere (figura 1.2, impulsuri semi-sinusoidale) care se pot asocia și semnalelor analogice.

Dintre impulsurile utilizate curent cele mai des întâlnite sunt în esență semnale dreptunghiulare care au două nivele de tensiune care, la rândul lor, sunt asociate cifrelor 0 și 1 ale sistemului de numerație binar și care se numesc semnale digitale sau numerice.

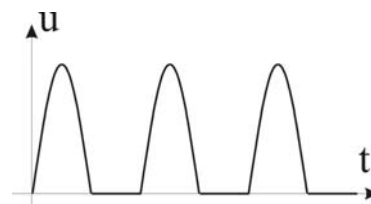


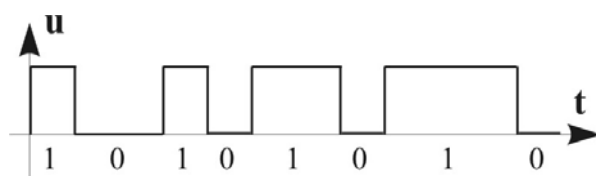
Fig. 1.2. Impulsuri fără discontinuități

O astfel de reprezentare binară a numerelor conduce la cele mai simple circuite de generare și prelucrare a datelor numerice.

Electronica asociată acestor semnale se numește electronică numerică sau digitală și prin extensie în domeniu intră și circuitele de impulsuri nenumerice.

## 1.2. Semnale digitale, transmisie serială și paralelă, sincronizare

Un semnal digital are de cele mai multe ori unul dintre nivelele de tensiune chiar nivelul zero, căruia îi corespunde cifra 0, cel de-al doilea fiind un nivel de tensiune pozitivă căruia îi corespunde cifra 1, iar alocarea cifrelor în acest mod se numește logică pozitivă (figura 1.3). Situațiile care nu corespund acestui model sunt rare și vor fi, când este cazul, semnalate.

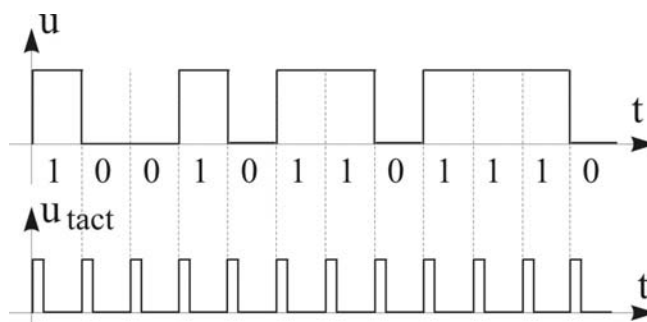


1.3. Semnal digital în logică pozitivă

Informația cuprinsă într-un semnal de acest tip la un moment oarecare de timp este formată din doar două posibilități, 0 sau 1 și reprezintă chiar unitatea de măsură a informației, un bit.

Pentru a transmite mai multă informație se pot utiliza mai multe linii și astfel, la un anumit moment, vor fi pentru  $n$  linii numere formate din  $n$  cifre binare. Momentele la care este preluată informația pot să fie aleatoare dar de cele mai multe ori acestea sunt bine stabilite prin impulsuri denumite de tact care provoacă sincronizarea preluării. Transmisia de acest fel se numește paralelă.

Cu ajutorul sincronizării prin impulsuri de tact se poate transmite mai multă informație și pe o singură linie așa cum se poate vedea pe figura 1.4. Semnalul din figura 1.3 fiind sincronizat, transmite un număr binar de 12 cifre. Transmisia se numește serială și are dezavantajul că este mai lentă, viteza fiind de  $n$  ori mai mică decât la o transmisie paralelă pe  $n$  linii.



1.4. Semnal digital serial sincronizat

Domeniul de utilizare este acela al calculatoarelor numerice. Prin codificarea cifrelor binare se pot asocia acestora diverse alte semne, cifre în alte baze de numerație, litere, semne utilizate în texte cât și diverse lucruri cum ar fi comenzile standard ale calculatoarelor, Ctrl, Enter etc.

### 1.3. Semnale sub forma de impulsuri

#### 1.3.1. Definirea și elementele unui impuls

Un impuls este o trecere relativ rapidă de la un nivel de tensiune la un alt nivel de tensiune, urmată, după un interval de timp, de revenirea la nivelul inițial (figura 1.5).

Intervalul de timp în care impulsul trece de la nivelul coborât ( $U_1$ ) la nivelul ridicat ( $U_2$ ) poartă numele de front crescător, intervalul de timp în care impulsul rămâne la nivelul ridicat se numește palierul impulsului iar intervalul de timp în care impulsul trece de la nivelul ridicat ( $U_2$ ) la nivelul coborât ( $U_1$ ) poartă numele de front descrescător.

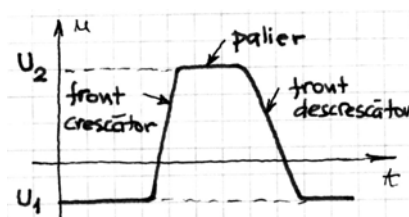


Fig. 1.5. Elementele impulsului

#### 1.3.2. Clasificarea impulsurilor

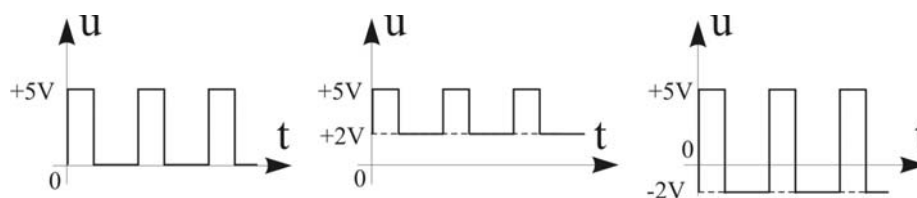
Impulsurile se clasifică după modul de generare, după polaritatea valorilor după formă și după complexitate.

După modul de generare:

- Impulsuri de tensiune, generate de generatoare de tensiune (cele mai utilizate și din acest motiv, fără precizare prealabilă impulsurile se vor considera de tensiune);
- Impulsuri de curent, generate de generatoare de curent

După polaritate (figura 1.6):

- Impulsuri unipolare (a);
- Impulsuri unipolare cu ambele nivele diferite de zero (b);
- Impulsuri bipolare (c).



1.6. Tipuri de impulsuri după polaritate

După formă și complexitate există:

- Impulsuri elementare;

- Impulsuri complexe, care nu sunt altceva decât combinații complexe de impulsuri elementare

La rândul lor impulsurile elementare principale sunt (figura 1.7):

- Dreptunghiulare (sau rectangulare, a, care au ca fronturi salturi ideale);
- Rampă (sau liniar variabile, b, care au unul din fronturi variabil liniar cu timpul);
- Sinusoidale, (cu unul din fronturi sinusoidal, c, sau cosinusoidal, d);
- Exponențiale, (cu unul din fronturi variabil exponențial crescător, e, sau descrescător, f).

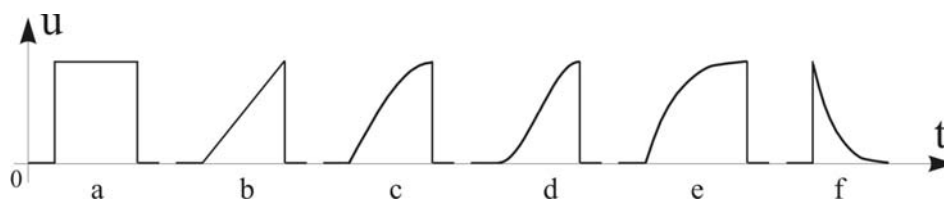


Fig. 1.7. Impulsuri elementare

Exista nenumarate alte forme destul de utilizate, care pot fi reduse la combinații simple de impulsuri elementare. Printre acestea impulsurile triunghiulare, dinte de fierăstrău sau trapezoidale, provenite din cele rampă. Similar există variante cu fronturi sinusoidale sau exponențiale.

Cât despre impulsurile complexe, acestea sunt într-adevar nenumărate. Ca exemplu sunt prezentate în figura 1.8 doar cateva dintre impulsurile utilizate în electroeroziune, provenite din combinații de impulsuri dreptunghiulare. Electroeroziunea este un procedeu de prelucrare a materialelor (indeosebi a acelor foarte dure) cu ajutorul unui electrod alimentat cu impulsuri electrice, care provoacă scântei electrice și care desprind puțin câte puțin din masa materialului.

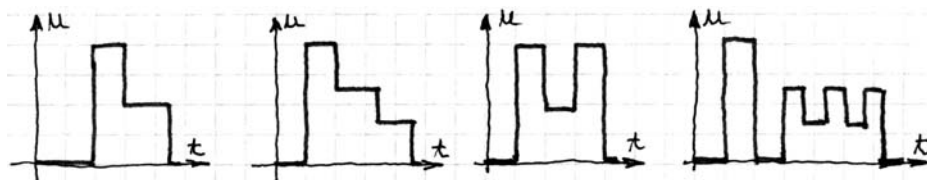


Fig. 1.8. Impulsuri utilizate în electroeroziune

### 1.3.3. Impulsuri ideale, cvasiideale și reale

În numeroase situații de analiză impulsurile sunt idealizate. La impulsurile ideale trecerea de la un nivel la altul se face printr-o formă ideală, fronturile fiind salt într-un interval de timp teoretic zero, variație perfect liniară, sinusoidală neamortizată sau exponențială ideală iar palierul este constant.

Pentru semnalele reale fronturile nu sunt zero, palierul poate să nu fie de valoare constantă, rampa poate să fie neliniară.

Abaterile pot sa fie importante, dar obisnuit într-un al doilea grad de aproximare se utilizează pentru analiză impulsuri cvasi-ideale, pentru care doar deosebirile mai importante sunt luate în considerare. În sfârșit, analize de precizie trebuie sa tina cont de multiplele abateri de la forma ideală. Acestea apar mai ales la frecvențe de lucru ridicate.

Se va prezenta varianta cvasi-ideala și cea reala pentru impulsurile cele mai utilizate, impulsurile dreptunghilare.

Varianta cvasi-ideală ține cont doar de timpii de crestere,  $t_{cr}$ , și cadere,  $t_{cd}$ , mai mari decât zero și considera fronturile liniare (figura 1.9).

S-au pus în 1.9 și denumirile prescurtate uzuale care provin din literatura engleză. Indicele  $r$  semnifică *rise*,  $f$  semnifică *fall*. Cele mai utilizate abrevieri sunt însă *on* și *off* care semnifică obișnuit comutație directă sau conectare și comutație inversă sau deconectare. Denumirile provin de la faptul că fenomenele asociate cu fronturile sunt direct legate de acțiunea unor dispozitive electronice ce funcționează în regim de comutație.

Din acest motiv circuitele care funcționează în regim de impulsuri mai sunt denumite și circuite de comutație.

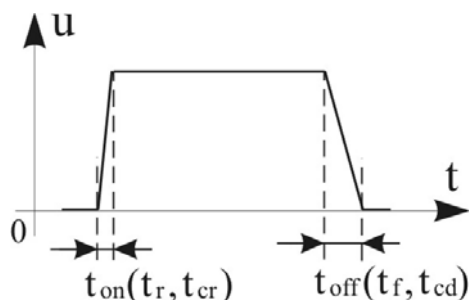


Fig. 1.9. Impuls dreptunghiular cvasi-ideal

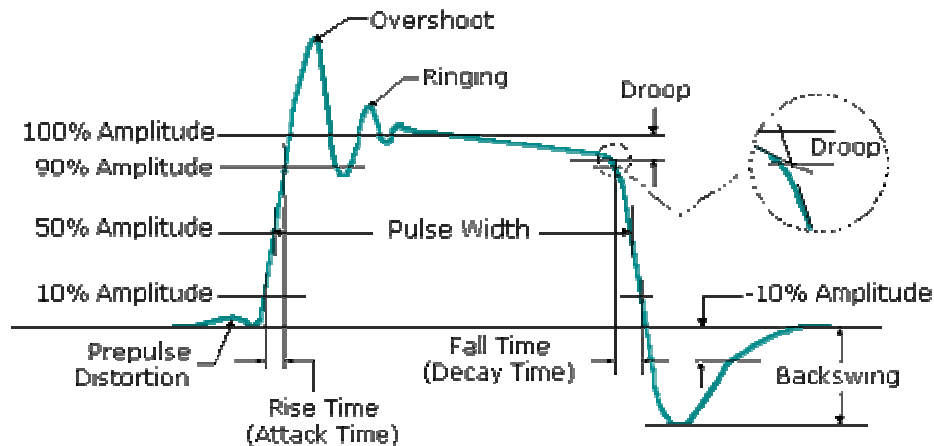


Fig. 1.10. Impuls dreptunghiular real

Cum arată un impuls real cu toate deosebirile față de cazurile simplificate se poate vedea în figura 1.10. Apar aici o serie de parametri specifici, cei mai importanți cât fiind marcați pe figură o data cu modul de evaluare.

Mai trebuie reamintită observația că în cele mai multe dintre aplicațiile obișnuite de frecvențe joase sau medii impulsurile dreptunghiulare reale sunt mai apropiate ca formă de cele ideale sau cvasi-ideale.

### 1.3.4. Parametrii unei succesiuni de impulsuri

Situațiile în care impulsul este singular, ca în unele dintre cazurile prezentate anterior, sunt relativ rare. De obicei există o succesiune de impulsuri de aceeași formă. O astfel de succesiune de impulsuri dreptunghiulare cvasi-ideale este prezentată în figura 1.11.

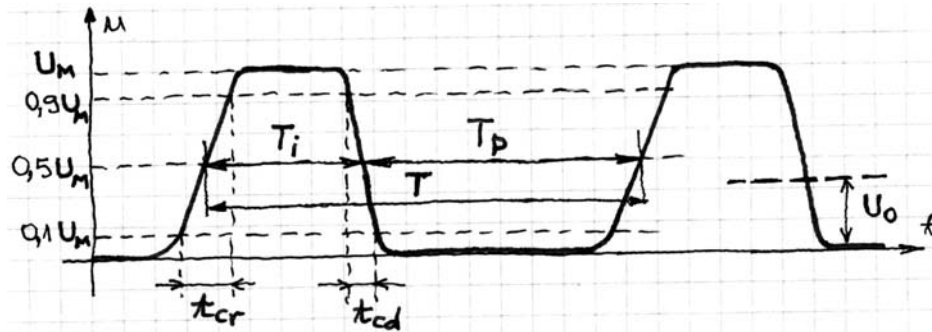


Fig. 1.11. Parametrii unei succesiuni de impulsuri

O succesiune de impulsuri este caracterizată de un număr de parametri. Cei mai importanți sunt prezentați în continuare:

- $U_M$  – amplitudinea impulsului;
- $T$  – perioada succesiunii de impulsuri;
- $f = 1/T$  – frecvența succesiunii de impulsuri;
- $T_i$  – durata impulsului;
- $T_p$  – durata pauzei;
- $t_{cr}$  – timpul de creștere al impulsului;
- $t_{cd}$  – timpul de descreștere al impulsului;
- $K = T_i / T$  – factorul de umplere al succesiunii de impulsuri
- $U_0 = K U_M$  – valoarea medie (componenta continuă) a succesiunii de impulsuri.

### 1.3.5. Modulația impulsurilor

În modulația de impulsuri purtătoarea este de obicei o succesiune de impulsuri dreptunghiulare. Semnalul modulator, care aici este considerat de asemenea impuls dreptunghiular, acționează asupra parametrilor succesiunii de impulsuri și corespunzător există următoarele tipuri principale de modulație a impulsurilor (figura 1.12):

- modulație de amplitudine, semnalul modulator modifică amplitudinea impulsurilor (figura 1.12.a.);
- modulație de frecvență, semnalul modulator modifică frecvența impulsurilor (figura 1.12.b.);
- modulație de poziție, semnalul modulator modifică poziția impulsurilor (figura 1.12.c.).

- modulație de ațtime, semnalul modulator modifică lățimea impulsurilor (figura 1.12.d.).

Dintre acestea cea mai utilizata este modulația în lățime. De multe ori în literatură apare sub forma unui acronim derivat din denumirea în engleza, PWM (Pulse Width Modulation – modulație în lățime a impulsurilor).

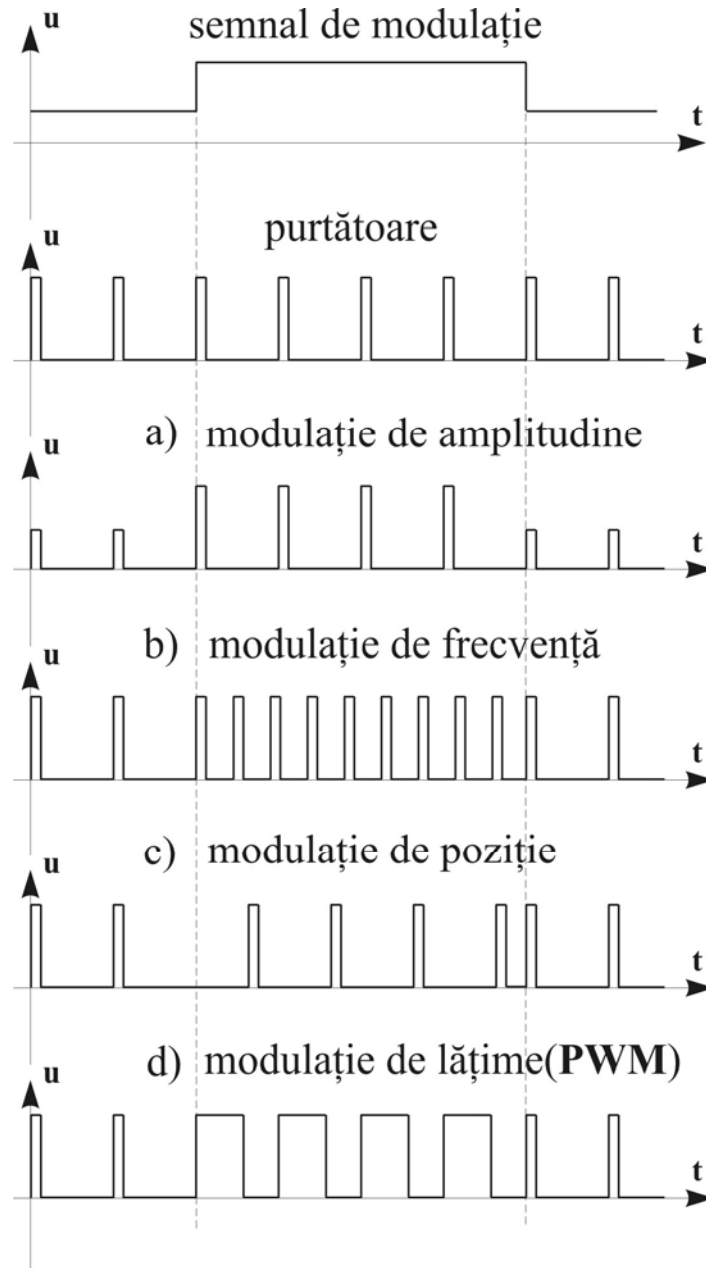


Fig. 1.12. Modulația impulsurilor