

8. SINCRONIZAREA DE BIT

După cum s-a văzut sistemele de transmisiuni sincrone asigură între oricare biți (simboluri), provenind de la același caracter sau de la caractere diferite, un multiplu întreg al intervalului elementar T . Transmisiunea sincronă se mai numește și transmisiune isocronă. Spre deosebire de sistemele sincrone, sistemele de transmisiuni asincrone asigură între oricare două momente semnificative ale unui caracter multipli întregi ai intervalului elementar dar nu asigură un multiplu întreg al intervalului elementar*. Sistemele asincrone, denumite și aritmice, asigură sincronismul la nivel de bit dar nu și la nivel de caracter.

În afara celor două tipuri de sisteme de transmisiuni prezentate, sincrone la nivelul bitului, se pot întrebuința în transmisiuni și sisteme ce efectuează sincronizarea pas cu pas, ele fiind asincrone chiar la nivelul bitului. Sînt sisteme cu utilizare mai restrînsă, în telemecanică, telemăsurări etc. Telegrafia Morse nu asigură nici ea o durată multiplu de T între oricare biți emiși.

8.1. Sisteme cu sincronizare pas cu pas

Aceste sisteme, asincrone și la nivelul bitului, nu au nevoie la recepție de un semnal de tact de sincronizare (bază de timp). Ele își extrag impulsurile necesare testării semnalului

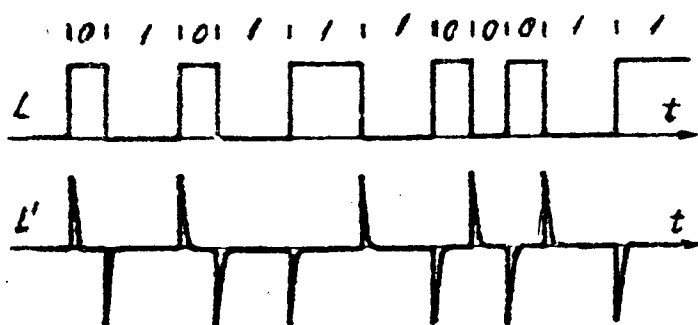


Fig.8.1.

din linie chiar din structura acestuia. Pentru a putea realiza acest lucru, este necesar ca fiecare bit transmis să fie marcat cel puțin de o tranziție. În figura 8.1 se prezintă un semnal de linie L , asincron la nivelul bitului, care generează pentru simbolul 0 un *semnal* iar pentru simbolul 1 un *semnal* cu durata mai mare. Prin derivarea semnalului din linie (L') se pot obține impulsuri ce se prelucrează (se întârzie) pentru a furniza semnalele de test.

* între oricare momente semnificative provenite din caractere diferite.

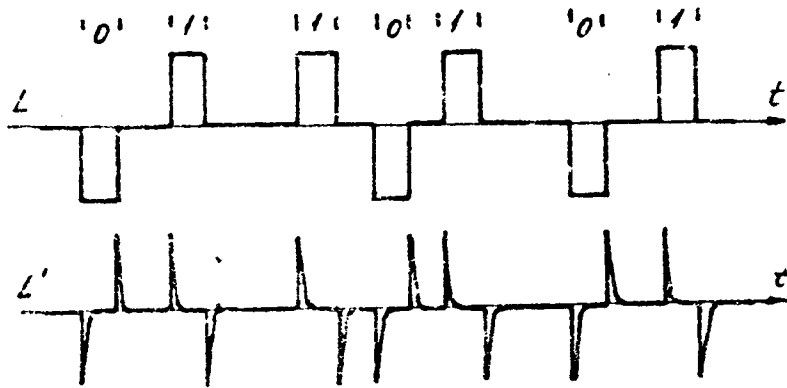


Fig.8.2.

În figura 8.2 se poate urmări o semnalizare polară aplicată în cazul sistemelor asincrone la nivelul bitului. Distanța între două impulsuri consecutive nu este impusă. Prin derivare se obține un semnal ce poate constitui semnalul de test.

Evident semnalizarea ternară din figura 8.2 poate fi aplicată și în cazul sistemelor de transmisiune ce păstrează sincronismul la nivelul bitului.

Sistemele cu sincronizare pas cu pas pot aduce importante simplificări în structura unor echipamente destinate transmisiunilor nepretențioase. În cazul transmisiunilor de viteză mare, lipsa sincronismului la nivel de bit aduce o serie de dezavantaje [41] care impun renunțarea la o astfel de variantă.

8.2. Sisteme sincrone

Pentru a putea lua decizii corecte asupra semnalului recepționat, acesta trebuie eșantionat, după demodulare, la momente de timp favorabile, la care interferența între simboluri este redusă

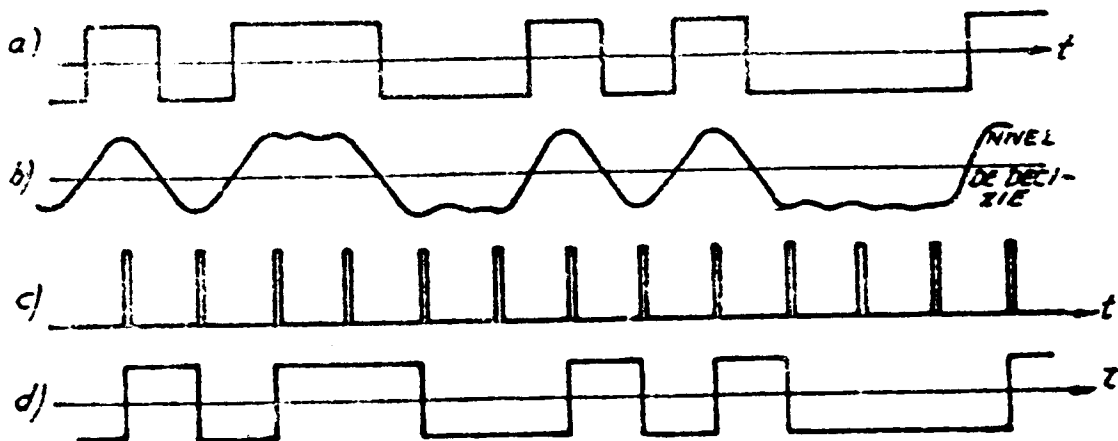


Fig.8.3.

(nulă). În figura 8.3 se arată semnalul binar emis - a - semnalul recepționat și demodulat - b - care se eșantionează cu impulsurile - c - generate de baza locală de timp. Acestea trebuie plasate la

$\sim T/2$ din durata unui simbol emis pentru a obține o recepție afectată de un minim de erori. Secvența binară reconstituită este notată cu d .

Realizarea unei recepții sincrone impune deci existența unei baze de timp generate local, sincronizată cu baza de timp ce stabilește ritmul la emisie. Sincronismul se asigură prin transmiterea unei informații privind timpul, de la emițător la receptor.

Sistemele de transmisiuni sincrone pot transmite informația privind timpul separat de informația propriu-zisă, caz în care se numesc și sincrone independente. Dacă pentru sincronizarea bazei de timp de la recepție se folosesc caracteristici ale semnalului ce transportă informația (transițiile spre exemplu) sistemele sînt denumite sincrone dependente.

Dacă sistemele sincrone independente își pot menține sincronismul și în pauzele de transmisiune, sistemele sincrone dependente nu pot realiza acest lucru. Pentru care motiv, în pauzele de transmisiune, aceste sisteme transmit un caracter special destinat sincronizării, SYN, ignorat la recepție.

Sistemele sincrone independente pot transmite informația privind timpul pe un canal de comunicație separat sau pe același canal de comunicație. În acest din urmă caz, informația de timp se transmite prin suprapunerea ei cu ajutorul unei modulații suplimentare, peste semnalul ce transportă mesajul.

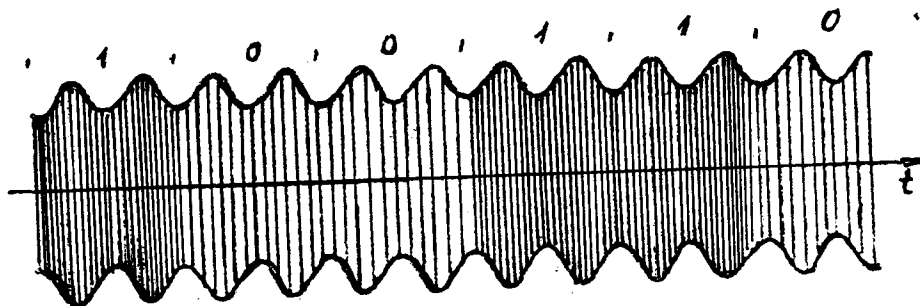


Fig. 8.4.

În figura 8.4 se prezintă o modalitate de transmitere a informației privind timpul prin modularea în amplitudine a purtătoarei ce servește și la transportul informației, fiind modulată în frecvență. De obicei anvelopa ce modulează în amplitudine se obține de la același oscilator local ca și purtătoarea, prin divizarea frecvenței. La recepție, printr-o demodulare de amplitudine se extrage semnalul ce sinfazează oscilatorul bazei de timp.

Sistemele independente au o inerție redusă la intrarea sau reintrarea în sincronism. Ca urmare a limitării puterii de vîrf în canalul de comunicație, prezența unui semnal suplimentar impune reducerea puterii semnalului util, scăderea raportului semnal zgomot, ceea ce are ca efect negativ creșterea probabilității de apariție a erorilor.

Este necesară evitarea oricărei modulații parazite în frecvența semnalului purtător al informației de timp. Indepărtarea spectrului acestui semnal de spectrul semnalului util evită apariția modulației amintite, dar, ca urmare a unor diferențe în caracteristica de fază sînt necesare măsuri suplimentare la sinfaza. Variațiile diferite ce pot apare în cele două domenii, pot afecta sincronismul sistemului.

Sistemele sincrone dependente extrag informația de timp din tranzițiile semnalului ce poartă informația. Nefiind necesară transmiterea unui semnal adițional nu apar problemele reducerii puterii, a modulației parazite în frecvență sau a variației fazei semnalului de sincronizare în raport cu faza semnalului util.

Deoarece tranzițiile nu sînt statistic suficient de frecvente, se asigură o inerție mare a frecvenței oscilatorului sinfazat, astfel încît perturbațiile de scurtă durată să nu ducă la

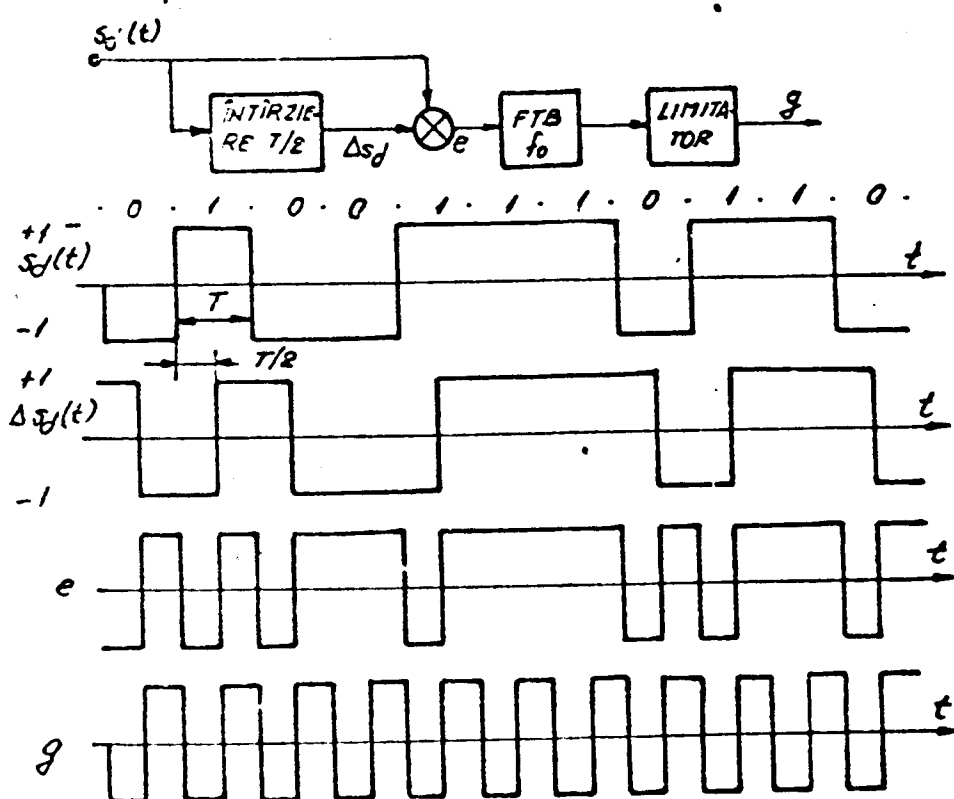


Fig.8.5.

ieșirea din sincronism. Evident, intrarea în sincronism se face tot în timp relativ lung.

Sincronizarea oscilatorului local al bazei de timp se face prin extragerea (prin prelucrare) din spectrul semnalului a unei componente cu frecvența $1/T$. Cu cât frecvența tranzițiilor este mai mare, cu atât mai importantă este amplitudinea componentei căutate; ea poate fi extrasă prin filtrare.

În figura 8.5 se indică o modalitate de obținere a semnalului cu frecvența $1/T$. Se dublează numărul tranzițiilor semnalului detectat $s_d(t)$, prin înmulțirea sa cu semnalul întârziat cu $T/2$, $\Delta s_d(t)$. Semnalul $e(t)$ se filtrează printr-un filtru trece bandă, acordat pe frecvența $f_0=1/T$, răspunsul său fiind amplificat și limitat. Se obține astfel semnalul $g(t)$, ce poate constitui chiar baza de timp a receptorului sau care sincronizează oscilatorul respectiv al bazei de timp.

Extragerea componentei de sincronizare din semnal se face pe baza unei prelucrări neliniare (în cazul prezentat multiplicarea). Ea poate fi ridicarea la pătrat, redresarea dublă alternanță, derivare și redresare.

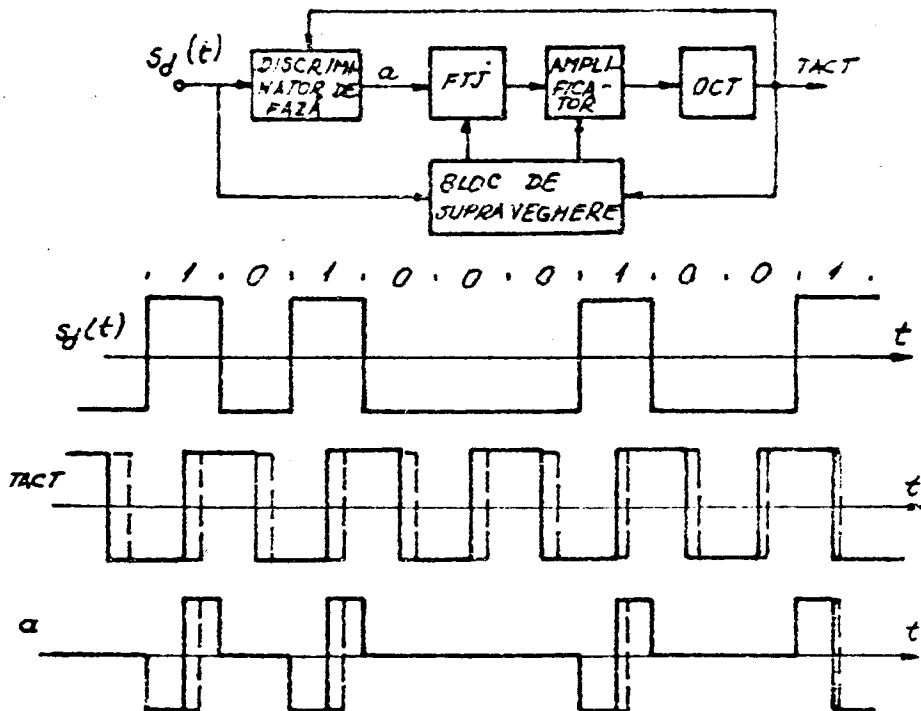


Fig.8.6.

În cazul în care se recurge la sincronizarea oscilatorului bazei de timp cu semnalul din linie se utilizează o buclă de tip PLL, așa cum se prezintă în figura 8.6. Un discriminator de fază

compară semnalul detectat $s_d(t)$ cu tactul generat de oscilatorul comandat în tensiune, OCT. Semnalul de la ieșirea discriminatorului - a - se mediază prin filtrul trece jos. Componenta continuă se amplifică și se comandă cu ea oscilatorul. În cronogramele din figura 8.5 cu linie plină se reprezintă cazul sincronismului; componenta continuă a semnalului a este nulă. Dacă apare un defazaj (linia întreruptă) există componentă continuă ce acționează în sensul readucerii în sincronism a bazei de timp locale cu cea de la emisie.

Deoarece modulația parazită în frecvență a tactului ("jitterul" său) este cu atât mai redusă cu cât banda FTJ este mai mică, banda de prindere (captură) va fi redusă. Se prevede un dispozitiv de supraveghere care reinițializează sincronizarea printr-un proces de căutare; bucla PLL menține apoi sincronizarea.

O modalitate de realizare pe cale numerică a corecției de frecvență a bazei de timp locale o constituie compararea momentului apariției unei tranziții în semnalul recepționat cu momentul apariției impulsului de sincronizare al bazei de timp (tactul). În cazul în care nu se stabilește o concordanță acceptabilă a tranzițiilor semnalului cu cele ale bazei interne se iau măsuri pentru modificarea frecvenței acestuia, în trepte, prin modificarea conținutului unor numărătoare divizoare de frecvență. Introducerea unui impuls suplimentar în numărător scurtează secvența acestuia și în consecință mărește frecvența impulsurilor rezultate prin divizare. Scăderea unui impuls duce la scăderea frecvenței.

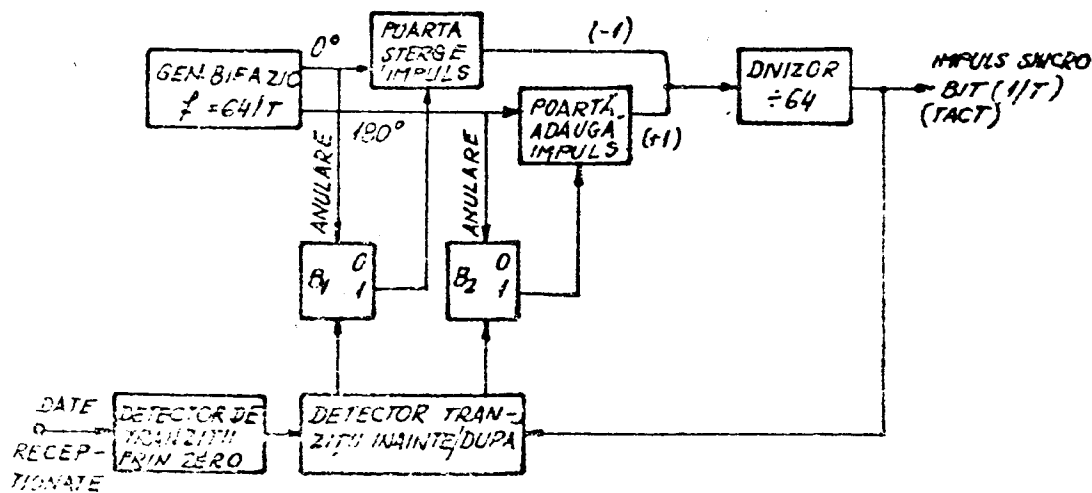


Fig. 8.7.

În figura 8.7 se prezintă o schemă ce asigură corectarea

numerică a frecvenței bazei de timp. Dacă impulsul de sincronizare (tactul) apare înaintea tranziției semnalului recepționat (frecvența tactului este prea mare) detectorul tranzițiilor "înainte/după" basculează bistabilul B1, astfel că se scade (se șterge) un impuls din divizor, scăzând frecvența tactului. Impulsul ce se scade rebaseculează bistabilul B1.

Dacă însă tranziția semnalului detectat vine înainte, se basculează B2 și se adaugă un impuls la conținutul divizorului, crescând frecvența tactului.

O îmbunătățire a funcționării schemei prezentate se poate obține prin memorarea numerică a corecțiilor.

O variantă a schemei anterioare se arată în figura 8.8. Pentru a obține o resincronizare rapidă, faza se modifică în două trepte. Dacă detectorul tranzițiilor "înainte/după" sesizează o

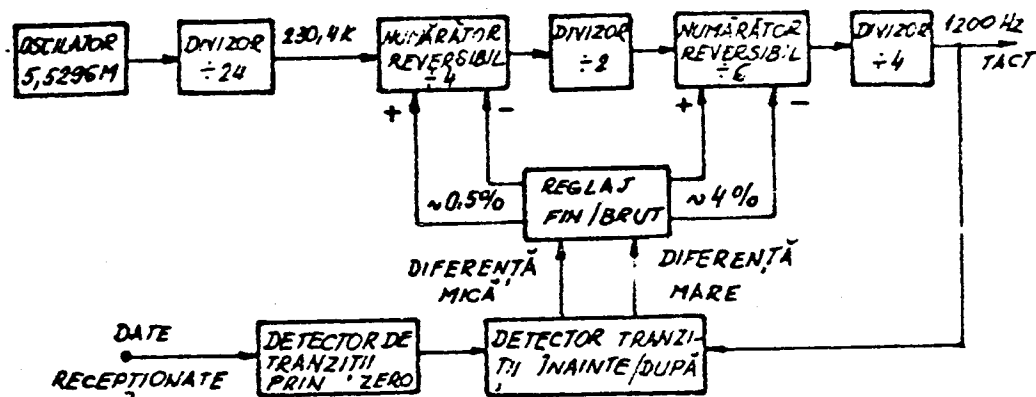


Fig.8.8.

diferență mare între momentele urmărite se comandă un reglaj brut, constând din adăugarea sau scăderea unui impuls din numărătorul reversibil divizor cu 6. Factorul de divizare fiind $6 \times 4 = 24$ până la ieșire, adăugarea sau scăderea unui impuls înseamnă o modificare de $100/24 \approx 4\%$ în frecvență.

După ce diferența sesizată este mică - dar nu neglijabilă - se acționează asupra reglajului fin ce adaugă sau scade un impuls din numărătorul reversibil, divizor cu 4. Factorul de divizare până la tact fiind $4 \cdot 2 \cdot 24 = 192$, un impuls înseamnă o modificare de $100/192 \approx 0,5\%$ în frecvența tactului generat la ieșire.

8.3. Sisteme asincrone (start-stop)

În cazul sistemelor asincrone, durata pauzei între două caractere succesive se limitează inferior, dar nu și superior. Starea de pauză de transmisiune este marcată de existența semnalului

pe linie. Un semnal special marchează începerea transmisiunii. El poartă denumirea de START și constă în dispariția curentului din linie.

În urma semnalului START se recepționează, în serie, simbolurile binare ale caracterului (5 + 7) și eventual simbolul de paritate. Pe durata recepționării simbolurilor caracterului este necesară existența impulsurilor bazei de timp, perioada acestora fiind $T(\Delta)$, distanța minimă între două momente semnificative.

După recepția ultimului simbol apare starea de pauză de transmisiune (STOP). De obicei și semnalul STOP se testează pentru a avertiza terminalul asupra eventualei sale lipse (care constituie o defecțiune în funcționare).

Întregul grup de biți utili împreună cu semnalele start și stop formează ceea ce se numește înfășurătoare start-stop.

Pentru generarea bazei de timp de la recepție se pot utiliza oscilatoare declanșate care oscilează doar pe perioada recepției caracterului sau oscilatoare cu frecvență divizată.

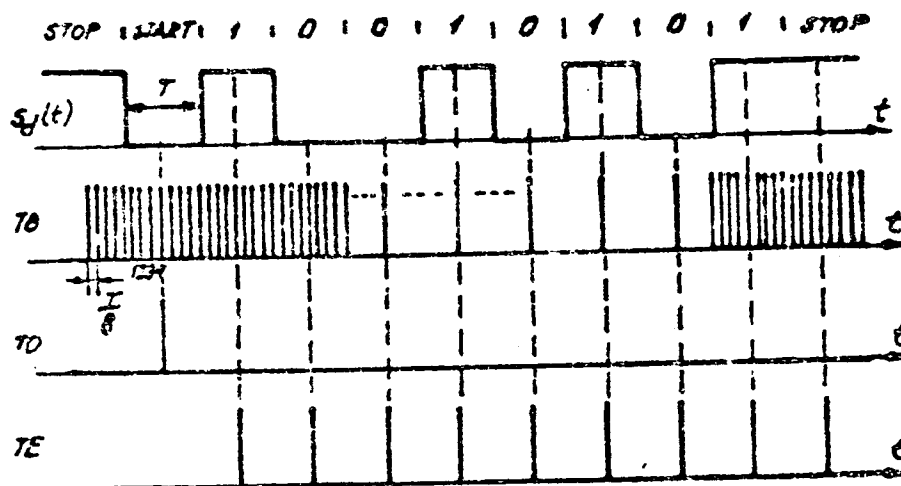


Fig.8.9.

După cum rezultă din figura 8.9, un tact T_0 cu perioada $T/8$ testează în permanență semnalul detectat. Dacă 3 impulsuri consecutive sesizează nivelul 0, al patrulea impuls T_0 se consideră impuls de test pentru semnalul START. El permite accesul impulsurilor T_0 la un numărător divizor cu 8 ce furnizează restul impulsurilor de eșantionare, T_E , cu perioada T . Divizarea de frecvență este oprită de semnalul STOP, după care se începe din nou supravegherea liniei. Ca urmare a nesincronismului între s_d și T_0 , poate apărea o eroare de localizare a mijlocului impulsului T , de cel mult $\pm T/16$.