

2.5 Canalul X al osciloscopului

2.5.1 Caracteristici generale

După cum s-a mai arătat osciloscopul poate funcționa în două moduri

- $y(t)$ – în acest caz osciloscopul reprezintă variația în timp a semnalului de intrare. După cum se știe, spotul descrie pe ecranul osciloscopului o traiectorie rezultată din devierea fascicolului de electroni produsă de cele două perechi de plăci de deflexie. Pe plăcile de deflexie verticală se aplică semnalul care se dorește a fi vizualizat. În cazul în care se dorește vizualizarea evoluției în timp a semnalului, spotul trebuie să se deplaseze cu viteză constantă pe orizontală, realizând astfel o scară liniară de timp. Tensiunea care realizează acest deziderat este o tensiune liniar variabilă. Baza de timp este circuitul care are rolul de a genera această tensiune. **În consecință pentru funcționarea în modul $y(t)$ osciloscopului trebuie să i se aplice pe plăcile de deflexie pe orizontală o tensiune liniar variabilă.**
- $y(x)$ – în acest mod pe plăcile de deflexie orizontală nu se mai aplică semnalul de la baza de timp ci se aplică un semnal extern aplicat la o intrare X EXT. Acest semnal este amplificat într-un preamplificator, de obicei mai puțin pretențios decât cel folosit pentru canalul Y. În unele cazuri, se utilizează drept preamplificator pentru canalul X unul dintre preamplificatoarele de canal Y. În acest caz imaginea obținută pe ecran din compunerea celor două mișcări, poartă numele de figură Lissajoux. Acest mod de lucru poate fi folosit pentru măsurarea defazajelor, compararea frecvențelor, sau atunci când se dorește utilizarea axei x pentru reprezentarea altei mărimi decât timpul, de exemplu frecvența, în cazul analizoarelor de spectru sau a aparatelor destinate vizualizării caracteristicilor de frecvență (vobuloscoape).

2.5.2 Funcționarea în modul y(t). Baza de timp

2.5.2.1 Tensiunea generată

Așa cum s-a văzut în paragraful anterior pentru funcționarea în acest mod de lucru este necesară aplicarea pe plăcile de deflexie orizontală a unui semnal liniar variabil care să asigure deplasarea spotului pe orizontală cu viteză constantă. Vom numi această parcurgere „cursa directă”. Când spotul ajunge la limita din dreapta a ecranului afișarea trebuie să se oprească și să se reia de la început (din stânga ecranului). Aceasta este „cursa inversă”. În consecință și tensiunea trebuie să revină la valoarea care deplasa spotul de electroni în partea din stânga ecranului. De asemenea, începutul cursei următoare nu se face la orice moment de timp, ci trebuie să fie făcut astfel încât la cursa următoare imaginea să coincidă (să se suprapună) cu imaginea anterioară, și așa mai departe (**sincronizarea imaginii**). Circuitul care îndeplinește toate aceste funcții poartă numele de **bază de timp a osciloscopului**.

Ținând cont de toate aceste aspecte rezultă că tensiunea care trebuie aplicată sistemului de deflexie pe orizontală va fi o tensiune de tip dinte de fierăstrău (figura 2.19).

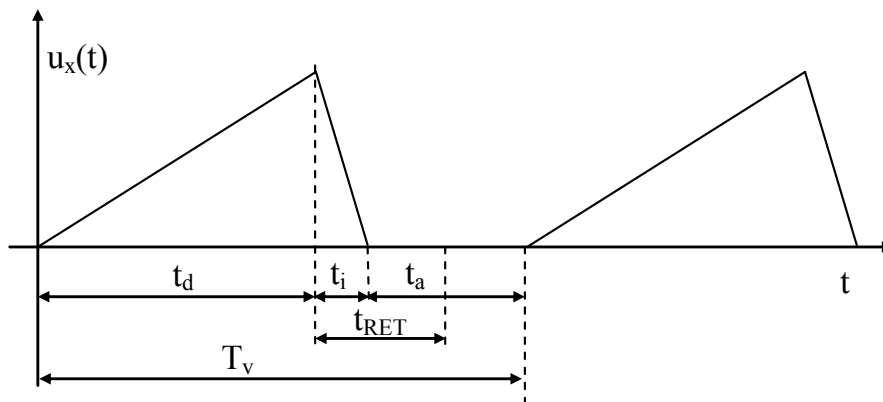


Figura 2.19. Tensiunea generată de baza de timp

Se disting mai multe intervale de timp având următoarele semnificații:

- t_d – durata cursei directe (durata de afișare a imaginii pe ecran). După terminarea cursei directe afișarea imaginii este oprită până la următoarea declanșare.
- t_x – intervalul de timp corespunzător întregii axe orizontale gradate. Pentru măsurarea intervalelor de timp, se utilizează gradațiile ecranului (de obicei sunt $N_x = 10$ diviziuni pe orizontală) și coeficientul de deflexie pe orizontală notat cu C_x și exprimat în unități de timp pe diviziune.

Intervalul de timp corespunzător unui număr de n_x diviziuni este $\Delta t = n_x C_x$. Desfășurarea depășește puțin zona gradată a graticulei, așa încât durata cursei directe este cu 10-20% mai mare decât t_x

$$t_d = (1,1 \div 1,2) N_x \cdot C_x$$

- t_i – durata cursei inverse. În acest interval tensiunea aplicată sistemului de deflexie revine la valoarea inițială și în consecință spotul se întoarce și el la poziția inițială în partea din stânga a ecranului.
- t_{RET} – timpul de reținere. Este un interval de timp reglabil (se poate regla din butonul **HOLDOFF** de pe panoul de control al osciloscopului). El începe în momentul terminării unei curse directe și pe durata lui nu poate începe o nouă desfășurare. Este util în sincronizarea semnalelor periodice cu forme mai speciale (îndeplinesc condiția de declanșare de mai multe ori într-o perioadă)
- t_a – timpul de așteptare. Interval de timp în care se așteaptă declanșarea unui noi curse directe.
- T_v – intervalul de timp între declanșările a două desfășurări succesive. Dacă semnalul vizualizat este periodic și osciloscopul e sincronizat, tensiunea aplicată deflexiei pe orizontală este și ea periodică, având perioada T_v

Spotul este aprins numai pe durata cursei directe, pe durata întoarcerii și a timpului de așteptare este stins.

2.5.2.2 Sincronizarea osciloscopului

Osciloscopul fără memorie este cel mai frecvent utilizat pentru vizualizarea unor semnale repetitive, de regulă periodice. După cum am văzut, ecranul are o persistență limitată, de obicei mai mică de 1 secundă. Pentru ca o imagine să fie afișată cu o strălucire aproximativ constantă în timp, este necesar ca

- Desfășurările succesive să se producă la intervale de timp mai mici decât durata persistenței fosforului

$$T_v < t_p$$

- La fiecare desfășurare, imaginea afișată să fie aceeași, adică spotul să parcurgă la fiecare desfășurare aceeași traiectorie pe ecran.

Realizarea celei de-a doua condiții presupune *sincronizarea* corectă a osciloscopului.

Dacă semnalul are perioada T_s , este evident că în situația în care sincronizarea a fost realizată, $T_v = kT_s$, $k \in N$. Dar $T_v = t_d + t_i + t_a$. Dintre cei

3 termeni ai sumei, t_i este întotdeauna fix, iar t_d este legat de lungimea segmentului vizualizat din semnal, prin intermediul lui C_x . Rămâne liber spre a fi utilizat pentru realizarea sincronizării doar timpul de așteptare. Obținerea sincronizării presupune intervenția operatorului. Pentru a fi realizată sincronizarea desfășurarea trebuie să înceapă întotdeauna în același punct al perioadei semnalului. Pentru aceasta osciloscopul dispune de câteva elemente de reglaj:

- *Nivelul de declanșare* (sau *pragul triggerului*, marcat de obicei prin LEVEL) - U_p
- *Frontul semnalului de sincronizare* pe care are loc declanșarea (marcat prin SLOPE).

Declanșarea se produce în momentul când semnalul atinge nivelul U_p pe frontul precizat (+ crescător sau – scăzător). Aceasta este așa-numita condiție de declanșare a triggerului.

Aceste două elemente de reglaj nu sunt întotdeauna suficiente pentru realizarea sincronizării. Este posibil să fie îndeplinită condiția de declanșare a triggerului de mai multe ori pe durata perioadei semnalului. Pentru a putea obține sincronizarea și în această situație se mai dispune de *reglajul timpului de reținere*.

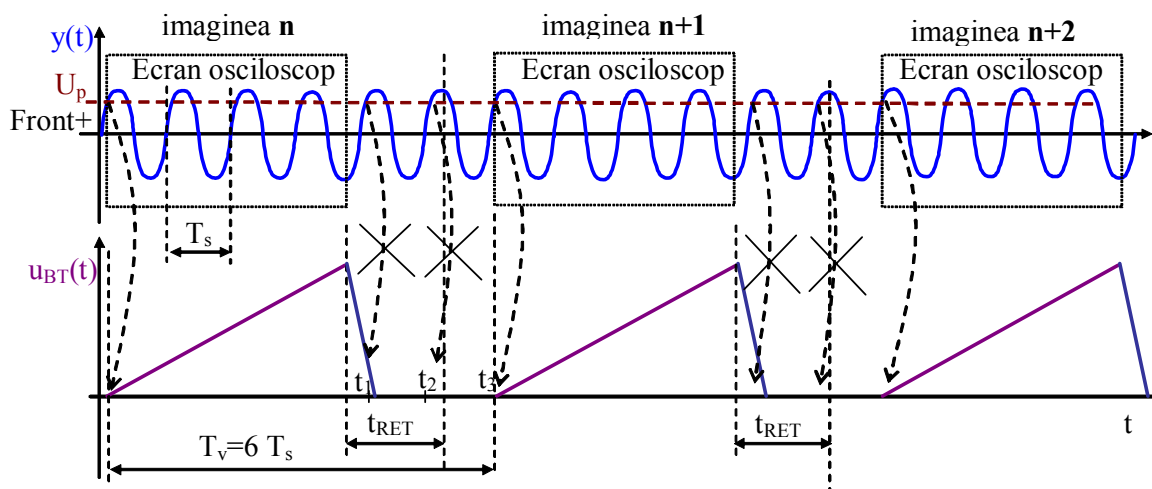


Figura 2.20. Sincronizarea imaginii la osciloscop

Din figura 2.20 se observă următoarele:

- Declanșarea unei noi curse directe se face atunci când semnalul atinge tensiunea de prag U_p (reglată din **LEVEL**), pe frontul crescător al semnalului (front=+ reglat din **SLOPE**).
- După terminarea cursei directe a desfășurării n , există două momente de timp t_1 și t_2 la care s-ar putea declanșa o nouă cursă directă. Acest lucru nu se realizează deoarece cele două evenimente apar în intervalul de reținere, interval în care nu se poate declanșa o nouă cursă directă.

Declanșarea următoare se realizează la momentul t_3 , deoarece intervalul de reținere a trecut și este îndeplinită condiția de declanșare.

- Imaginea vizualizată pe ecranul osciloscopului nu urmărește evoluția întregului semnal sinusoidal. Există porțiuni din semnal care nu sunt vizualizate. În acest interval pot să apară evenimente care să fie pierdute de observator.
- Pentru semnale periodice pentru care condiția de declanșare a triggerului se îndeplinește o singură dată într-o perioadă, sincronizarea se poate obține folosind doar reglajul de nivel al triggerului. Există și semnale pentru care condiția de declanșare se îndeplinește de mai multe ori într-o perioadă. În aceste cazuri este nevoie de reglajul timpului de reținere pentru sincronizarea imaginii. În figura 2.21 este prezentat cazul unui semnal periodic care ilustrează necesitatea folosirii timpului de reținere pentru sincronizare.

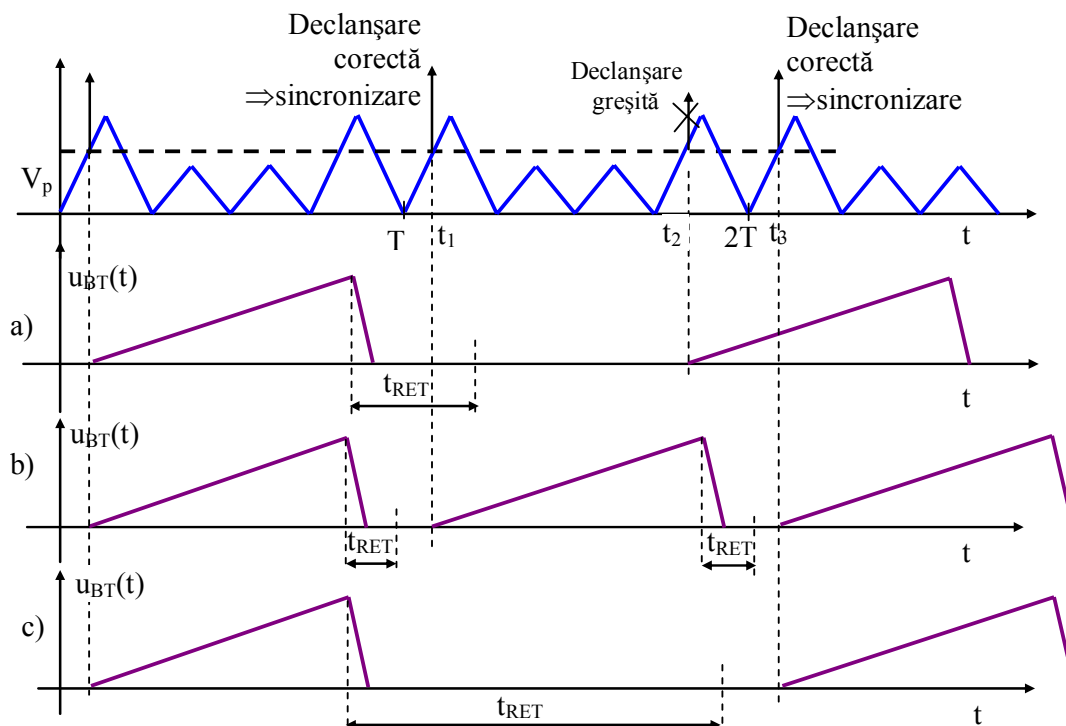


Figura 2.21. Folosirea timpului de reținere pentru sincronizarea imaginii

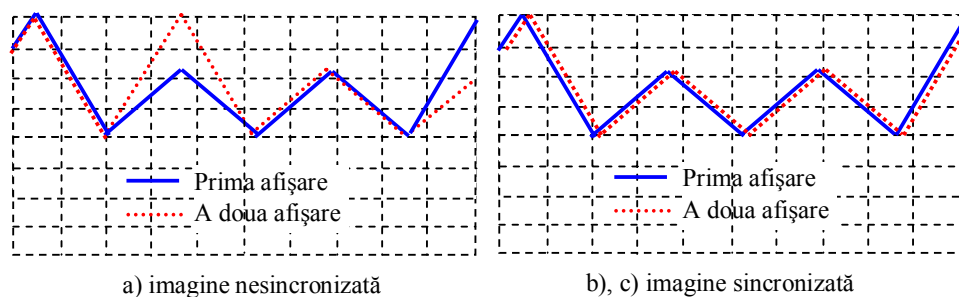


Figura 2.22. Imaginea obținută pe ecran în cazurile din figura 2.21

Se observă că în cazul a) din cauza intervalului de reținere declanșarea nu se poate face la momentul t_1 , situație în care imaginea ar fi sincronizată, ci se face la momentul t_2 , care corespunde unui alt moment din perioadă decât cel la care s-a făcut prima declanșare. În consecință pe ecran se va obține o imagine nesincronizată ca în figura 2.22 a. Dacă timpul de reținere este reglat corect, declanșarea se face la momentele t_1 sau t_3 , caz în care pe ecran se obține o imagine sincronizată (figura 2.22 b,c). Diferența între cele două cazuri, b respectiv c , este că în cazul c afișarea se va face mai rar, imaginea obținută având intensitate mai mică. De asemenea, cazul c nu se poate obține în orice situație, deoarece timpul de reținere nu poate să aibă o valoare oricât de mare. Este posibil ca valoarea necesară pentru timpul de reținere în cazul c să nu poată fi obținută.

2.5.2.3 Alte reglaje ale bazei de timp

- Un reglaj esențial al bazei de timp este cel referitor la *coeficientul de deflexie pe orizontală*, C_x , exprimat în secunde (milisecunde, microsecunde, nanosecunde)/diviziune. Se întâlnesc de obicei trei reglaje pentru acest parametru:
 - În trepte fixe (ex: 1ms/div, 0,5ms/div, 20μs/div)
 - Continuu (necalibrat)
 - Extensie pe X (de obicei în treptele x5, x10, x50)

EXEMPLU: Se dă un semnal sinusoidal de frecvență 1kHz și amplitudine 1V. Să se reprezinte imaginea care apare pe ecranul osciloscopului dacă acesta are următoarele reglaje: $C_x=1\text{ms/div}$, $C_y=0,5\text{V/div}$, $U_p=0\text{V}$, front pozitiv. Cum va arăta imaginea dacă se folosește extensia pe X cu factorul de multiplicare x10?

Perioada semnalului este $T = \frac{1}{f} = 1\text{ms}$. Deoarece coeficientul de deflexie

pe orizontală este de 1ms/div rezultă că o perioadă a semnalului va fi afișată pe o diviziune. Amplitudinea exprimată în diviziuni va fi

$$A = \frac{A[V]}{C_y} = \frac{1V}{0,5V/div} = 2\text{div}. \text{ Deoarece pragul triggerului } U_p = 0V,$$

imaginea se va declanșa când tensiunea atinge 0V pe front pozitiv. Imaginea obținută pe ecran este prezentată în figura 2.23 a. Aplicarea extensiei pe X este echivalentă cu reducerea lui C_x cu ordinul de multiplicare. Se va obține în acest caz imaginea din figura 2.23 b.

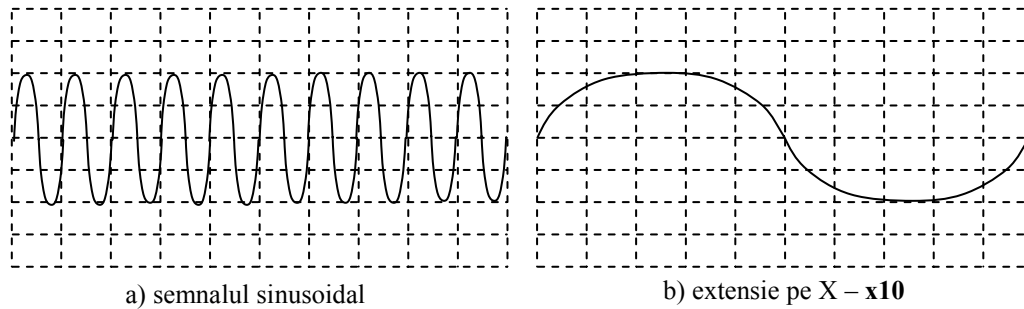


Figura 2.23

- Există și în cazul canalului X un reglaj al *poziției pe orizontală* (POZ X, marcat în mod frecvent prin semnul $\leftrightarrow$). Ca și în cazul canalului Y, el se realizează prin însumarea unei componente continue reglabile peste tensiunea liniar variabilă. Acest reglaj poate fi folosit pentru aducerea unui anumit element al imaginii în dreptul unei gradații a ecranului în vederea măsurării unui interval de timp. El capătă o importanță deosebită atunci când se folosește extensia pe X. În acest caz, prin acționarea acestui reglaj, se poate vedea detaliat orice porțiune din semnalul afișat fără extensie. Referindu-ne la exemplul precedent, se va putea vedea cu coeficientul de deflexie $\frac{C_x}{10} = 0,1ms/div$, orice detaliu de 1ms din imaginea 2.23a, de 10 ms.

2.5.2.4 Moduri de lucru ale bazei de timp

Modurile de lucru ale bazei de timp pot fi grupate în trei categorii:

A. După modul în care se face declanșarea bazei de timp

- Declanșat (Normal - NORM)** – o nouă cursă începe numai când există semnal de sincronizare și acesta îndeplinește condițiile de prag și de front ale triggerului. În absența semnalului de sincronizare nu există desfășurare.
- Automat (AUTO)** – desfășurarea are loc și în absența semnalului. În acest caz dacă semnalul de sincronizare nu este găsit, după un anumit interval de timp este declanșată automat afișarea obținându-se o imagine nesincronizată. Dacă semnalul există, el este cel care declanșează baza de timp. Acest mod este util deoarece ne permite să constatăm existența semnalului chiar dacă nu avem sincronizare (în caz contrar nu știm care este cauza absenței semnalului de pe ecran: lipsa lui sau lipsa sincronizării). Este util de asemenea pentru reglarea nivelului de zero (când suntem pe modul de cuplare GND, nivelul de zero apare doar în modul AUTO).

B. După modul de succedare a desfășurărilor

- **Desfășurare continuă (CONT)** - cursa se reia automat după trecerea timpului de reținere, când sunt din nou îndeplinite condițiile de declanșare.
- **MONO** – este afișată o singură cursă, la acționarea unui buton de armare (**RESET**). Acest mod de lucru este util în cazul osciloscopelor cu memorie, când se dorește achiziția semnalului într-o singură trecere.

C. În funcție de semnalul folosit pentru sincronizare

- **Sincronizare internă** - se folosește pentru sincronizare semnalul furnizat de preamplificatorul canalului Y. Dacă osciloscopul are două canale putem avea mai multe cazuri de sincronizare externă
 - o **CH1** – sursa de sincronizare este luată de pe canalul 1
 - o **VERT MODE** – semnalul de sincronizare este luat alternativ de pe canalul 1 respectiv canalul 2 în modul de vizualizare **ALT**. În modul **CHOP** sursa de sincronizare este dată de suma semnalelor de pe cele două canale.
 - o **CH2** - sursa de sincronizare este luată de pe canalul 2.
- **Sincronizare externă** – se folosește pentru sincronizare semnalul aplicat la borna TRG EXT.

EXEMPLU: Semnalele periodice din figură se aplică pe intrarea Y respectiv la intrarea pentru sincronizare externă a unui osciloscop cu bază de timp simplă. Reglajele osciloscopului sunt: $U_p = 0,5V$; $Front = -$; $t_{RET} = 0,1ms$; $C_x = 0,1ms/div$; $C_y = 0,5V/div$, sincronizare externă. La momentul inițial a trecut intervalul de reținere și se așteaptă declanșarea bazei de timp.

a) Să se deseneze imaginea care apare pe ecran. Discuție.

b) Dacă u_1 , u_2 se aplică la intrarea YA(CH1) respectiv YB(CH2) a unui osciloscop cu două canale să se reprezinte imaginea care apare pe ecran pentru cele 3 poziții ale comutatorului de sincronizare: CH1, CH2, VERTICAL MODE. Forma de vizualizare se consideră ALT (alternativ). Reglajele bazei de timp rămân cele de la punctul anterior. $C_{yA}=C_{yB}=0,5 V/div$.

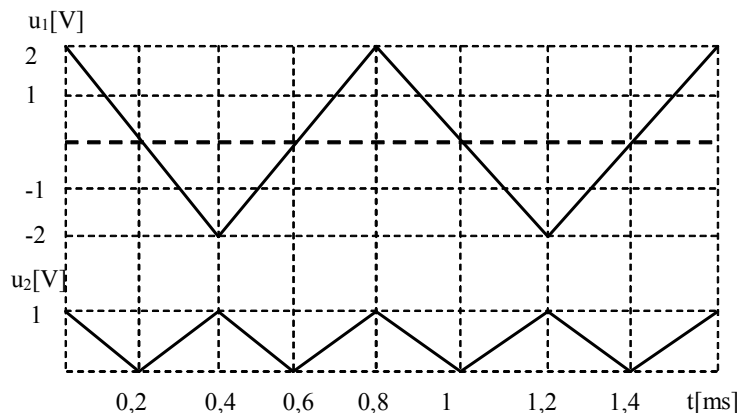


Figura 2.24. Semnalele u_1 și u_2

Rezolvare

a) Deoarece sincronizarea este externă, semnalul de sincronizare va fi u_2 . La momentul inițial baza de timp așteaptă impulsul de pornire de la circuitul de sincronizare. Impulsul este generat la momentul $t_{\text{start}}=0,1$ ms; în acest moment semnalul u_2 atinge valoarea $U_p=0,5$ V pe front negativ. La declanșarea cursei directe, semnalul u_1 are valoarea 1 V.

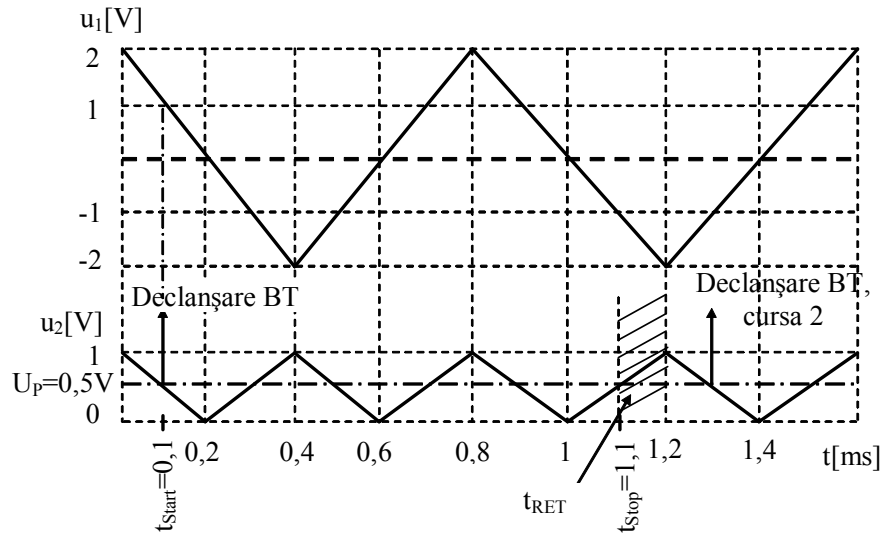


Figura 2.25. Momentele de declanșare a bazei de timp

Durata cursei directe este

$$t_x = N_x C_x = 1 \text{ ms.}$$

Cursa directă se termină la momentul

$$t_{\text{stop}} = t_{\text{start}} + t_x = 1,1 \text{ ms.}$$

După terminarea cursei directe, în intervalul 1,1ms–1,2ms este activ semnalul de reținere. În acest interval nu se va putea genera impuls de declanșare al bazei de timp.

După momentul $t = 1,2$ ms semnalul de reținere este dezactivat și se așteaptă generarea impulsului de pornire a bazei de timp.

La momentul $t = 1,3$ ms se va declanșa baza de timp. Se observă că semnalul $u_1(t)$ are la acest moment valoarea -1 V. Prin urmare, imaginea obținută nu este sincronizată.

La următoarele curse semnalul va repeta cursa 1 respectiv cursa 2, alternativ. Imaginea obținută pe ecranul osciloscopului este dată în figura de mai jos:

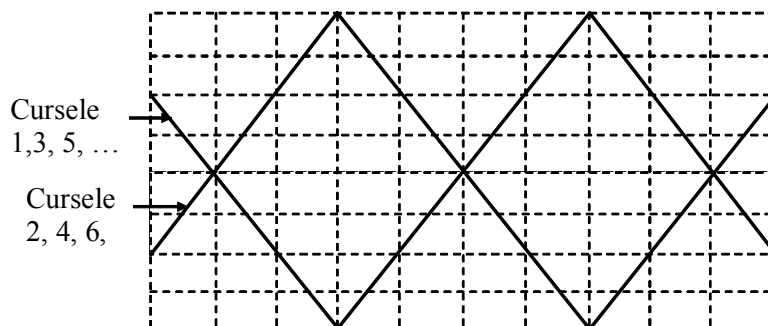


Figura 2.26. Imaginea obținută pe ecranul osciloscopului pentru sincronizare externă

b) În cazul în care semnalele se aplică pe intrările YA respectiv YB ale osciloscopului, avem următoarele situații în funcție de poziția comutatorului de sincronizare:

- 1) Când comutatorul se află pe poziția CH1 sincronizarea se face după semnalul aplicat pe intrarea 1 (canalul 1 – CH1), adică semnalul u_1 .
- 2) Pentru poziția CH2 sincronizarea se face după semnalul de la intrarea 2, adică semnalul u_2 .
- 3) În modul ALT semnalele sunt afișate alternativ pe ecranul osciloscopului, dar, datorită vitezei mari de alternare, utilizatorul are senzația că apar simultan pe ecran. Pentru poziția VERTICAL MODE sincronizarea se face după semnalul de la intrarea 1 (CH1), când pe ecran se afișează semnalul de la această intrare, și după semnalul de la intrarea 2 (CH2), când pe ecran se afișează semnalul de la intrarea 2.

Imaginile care apar pe ecranul osciloscopului în cele trei cazuri sunt date în figurile de mai jos:

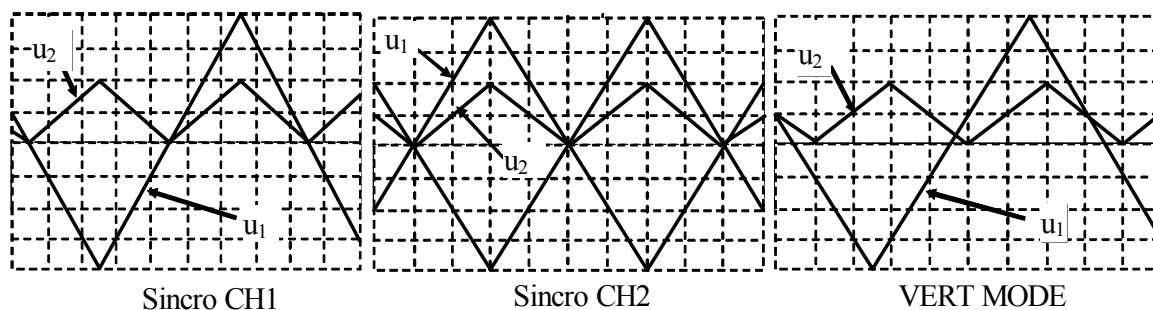


Figura 2.27. Imaginile obținute pentru cele trei cazuri de sincronizare internă

2.5.3 Baza de timp. Schema bloc.

Schema bloc a unei baze de timp este prezentată în figura 2.28.

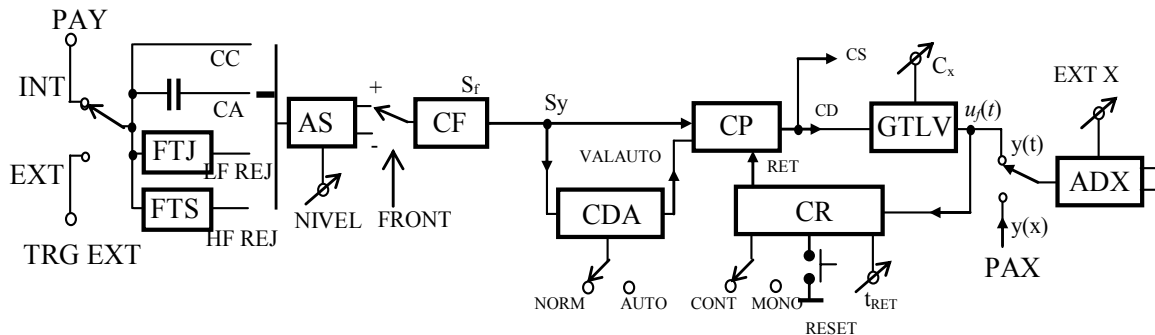


Figura 2.28. Schema bloc a bazei de timp

Blocurile componente ale bazei de timp au următoarele funcții:

- **Selectorul modului de cuplaj** - selectează modul în care se face cuplarea semnalului de sincronizare
 - 1) **DC/AC** – semnalul de sincronizare cu sau fără componentă continuă.
 - 2) **HFREJ** – rejectează frecvențele înalte din semnalul de sincronizare. Este util când semnalul de sincronizare conține și zgomot de înaltă frecvență, care ar influența momentul de declanșare al cursei directe.
 - 3) **LFREJ** – rejectează frecvențele joase din semnalul de sincronizare. Este util când semnalul de sincronizare conține și un semnal parazit de frecvență joasă (ex: semnal pe frecvența rețelei de alimentare).
- **Amplificatorul semnalului de sincronizare (AS)** – permite reglarea nivelului de declanșare prin însumarea unei componente continue, reglabilă din butonul „NIVEL TRIGGER – LEVEL” peste semnalul de sincronizare. Tot aici se realizează și selectarea tipului de front după care se face declanșarea, printr-o simplă inversare de polaritate a semnalului de sincronizare.
- **Circuitul de formare (CF)** – Are rolul de a marca momentele când semnalul de sincronizare îndeplinește condițiile de prag și de front impuse pentru declanșare. În aceste momente, generează un impuls de scurtă durată, pe care îl vom presupune de polaritate negativă (sau de nivel logic ,0') și îl vom nota cu S_y .
- **Circuitul poartă (CP)** – Are rolul de a comanda generatorul de tensiune liniar variabilă și de a genera semnalul pentru controlul strălucirii (CS) care asigură aprinderea spotului numai pe durata cursei directe. Comanda generatorului de tensiune liniar variabilă se realizează prin intermediul semnalului notat cu CD. Cursa directă, deci rampa

crescătoare, are loc atât timp cât acest semnal are nivel logic „1”. Același semnal este utilizat și pentru controlul strălucirii.

Semnalele de intrare în CP sunt: semnalul de sincronizare S_y , semnalul de reținere RET și semnalul de validare a modului automat (AUTO), VALAUTO.

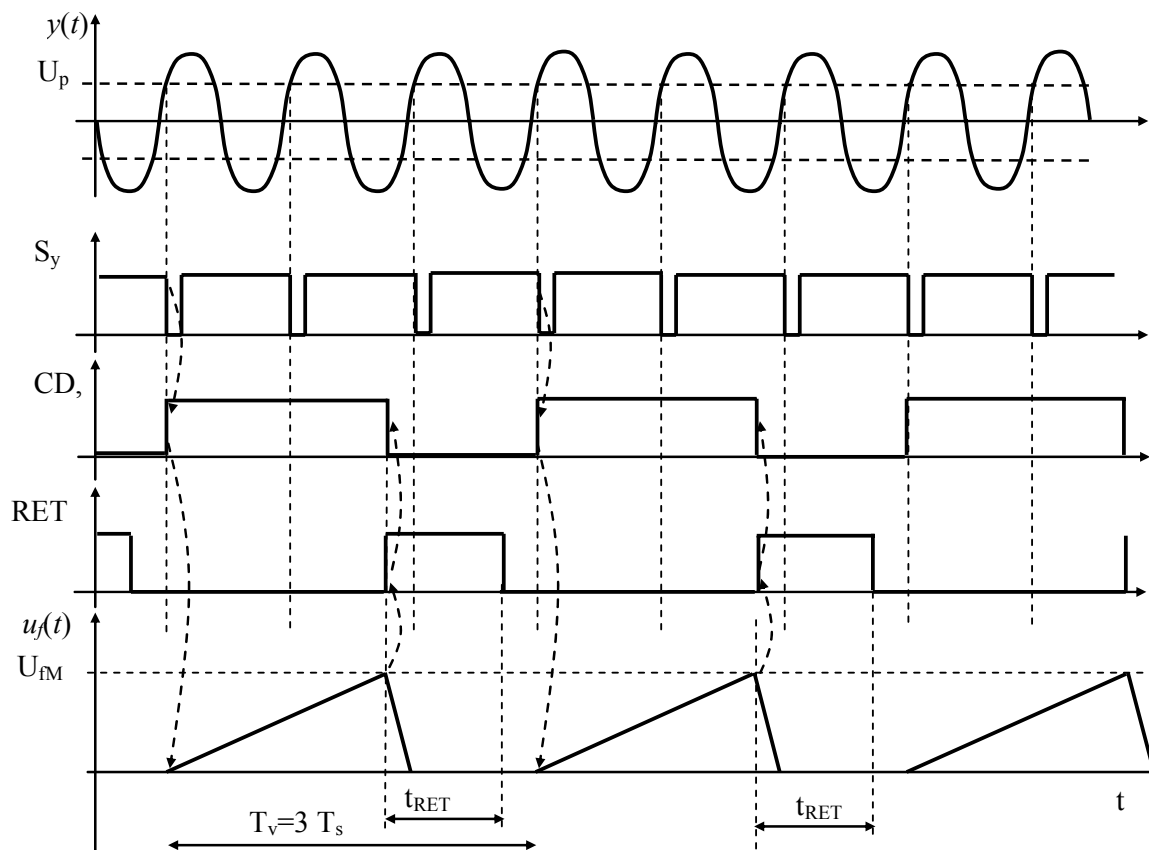


Figura 2.29. Semnalele bazei de timp

Pornirea cursei directe. O desfășurare poate începe, deci semnalul CD este activat, $CD=1$, numai dacă $RET=0$ (a trecut perioada de reținere) și este îndeplinită una din condițiile:

- $S_y=0$ (s-a primit impuls de declanșare).
- VALAUTO=1 (se lucrează în modul AUTO și nu există impulsuri de sincronizare).

Oprirea cursei directe, $CD=0$, se produce când se primește semnalul $RET=1$.

- **Circuitul de reținere (CR)**– are următoarele funcții:
 1. asigură oprirea cursei directe când tensiunea liniar variabilă atinge valoarea maximă U_{fM} care corespunde marginii din dreapta a ecranului. Aceasta se realizează punând $RET=1$.

2. permite o nouă declanșare a cursei directe, prin aducerea semnalului RET în starea 0, în următoarele situații, depinzând de modul de lucru selectat (CONT sau MONO):
 - dacă baza de timp funcționează în modul de lucru CONT, după trecerea timpului reglabil t_{RET} . Acest timp se reglează din butonul HOLDOFF.
 - Dacă baza de timp funcționează în modul MONO, după trecerea timpului t_{RET} , când este acționat butonul RESET.
- **Circuitul de declanșare automată (CDA)** – are rolul de a activa semnalul VALAUTO, dacă s-a selectat modul de lucru AUTO și nu există impulsuri S_y într-un anumit interval de timp t_{Max} . Acest mod este util pentru a avea imagine pe ecran chiar și atunci când nu există semnal de sincronizare și pentru a putea vedea pe ecran poziția nivelului de zero.
Atenție! Modul de lucru AUTO poate funcționa defectuos la vizualizarea semnalelor de frecvențe foarte joase. În acest caz, perioada impulsurilor S_y poate deveni mai mare decât t_{Max} . Ca urmare este activat semnalul VALAUTO, care va declanșa o desfășurare, necondiționată de impulsul S_y . Aceasta conduce la desincronizarea imaginii.
- **Generatorul de tensiune liniar variabilă** – are rolul de a genera tensiunea liniar variabilă, care va fi aplicată pe plăcile de deflexie orizontală în modul de funcționare $y(t)$. Generarea tensiunii liniar variabile se face de obicei prin încărcarea unui condensator sub curent constant

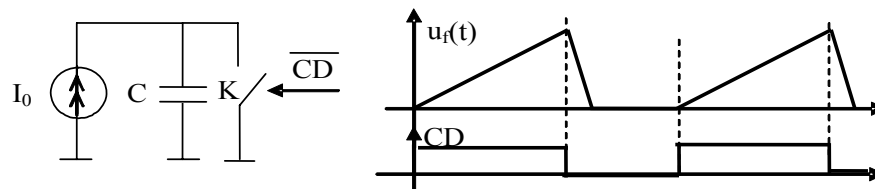


Figura 2.30. Generator de tensiune liniar variabilă

Presupunem inițial condensatorul descărcat și comutatorul K închis. Tensiunea pe condensator va fi:

$$u_c(t) = \frac{1}{C} \int_0^t I_0 dt = \frac{I_0}{C} t$$

Când tensiunea pe condensator ajunge la valoarea maximă (corespunzătoare marginii din dreapta a ecranului) semnalul CD comandă deschiderea comutatorului K. Condensatorul C se va descărca rapid, tensiunea pe condensator ajungând la valoarea 0. În realitate tensiunea liniar variabilă este simetrică față de axa OX, fiind cuprinsă între $-U_M/2$ și $U_M/2$, pentru ca la tensiune zero spotul să treacă prin centrul ecranului. Aceasta se realizează prin sumarea unei componente continue peste tensiunea obținută pe condensator.

2.5.4 Baze de timp duble

Sunt necesare pentru a da posibilitatea vizualizării unor detalii ale unei imagini, prin extinderea lor pe orizontală, realizând astfel un efect de „lupă în domeniul timp”. Zona detaliată poate fi deplasată oriunde, pe conținutul unei imagini vizualizate cu viteza normală (fără detalieri).

Vor fi necesare următoarele elemente:

- *bază de timp principală* (BTA), care permite vizualizarea semnalului în ansamblu, cu un coeficient de deflexie C_{xA} .
- *bază de timp secundară* (BTB), mai rapidă ca prima, folosită pentru vizualizarea zonei detaliată. Evident, coeficientul de deflexie al acesteia satisface condiția $C_{xB} < C_{xA}$.
- Declanșarea bazei de timp B trebuie să se producă după un interval de timp (întârziere) reglabil în raport cu declanșarea bazei de timp A, pentru a putea deplasa zona vizualizată extins.

Există câteva configurații utilizate.

- *Baze de timp duble cu vizualizare separată* (cu comutare manuală de pe imaginea de ansamblu, pe zona detaliată, cele două imagini nefiind vizualizate simultan)
- *Baze de timp duble alternate*. Cele două imagini sunt vizualizate aparent simultan. În realitate, ele sunt reprezentate alternat, în două desfășurări succesive ale BTB.
- *Baze de timp duble mixate*. În acest caz o primă parte a desfășurării are loc cu baza de timp A, iar de la un moment ce poate fi reglat, cu viteza bazei de timp B, deci dilatat în timp.

În cele ce urmează vom prezenta numai primele două configurații.

2.5.4.1 Baze de timp duble cu vizualizare separată

O schemă bloc este dată în figura 2.31. Observăm că schema conține două baze de timp, fiecare cu reglajele proprii. Baza de timp B are în plus două intrări, având următoarele semnificații:

- Intrarea notată „arm” (armare): un impuls de sincronizare are acces spre circuitul poartă numai după aplicarea unui front pozitiv pe această intrare. Acțiunea acestui semnal este analogă cu aceea a butonului de RESET în cazul funcționării MONO a bazei de timp simple.
- Intrarea notată „start”: un front pozitiv aplicat pe această intrare are ca efect pornirea imediată a bazei de timp B.

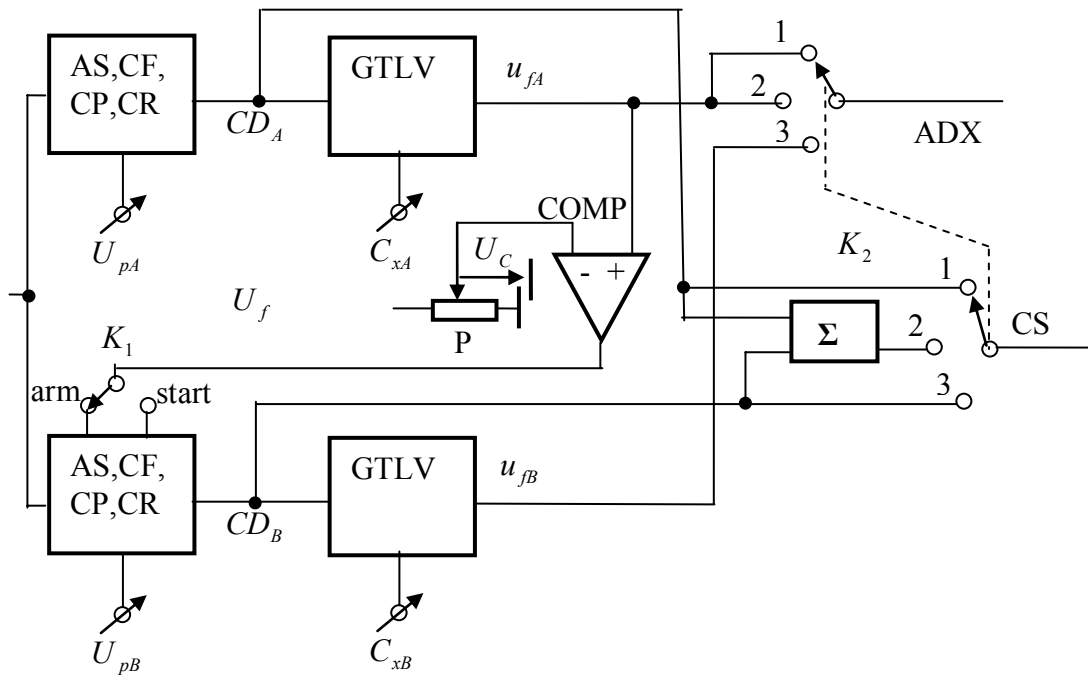


Figura 2.31. Schema bloc a bazei duble de timp

- COMP este un comparator (un circuit cu două intrări, a cărui ieșire are nivel logic „1” dacă semnalul de pe intrarea + este mai mare decât cel de pe intrarea - și nivel logic „0” în caz contrar).
- Blocul notat cu Σ este un sumator analogic.
- P este un potențiometrul multitură, cu un sistem de vernier, care permite citirea cu trei cifre zecimale a raportului de divizare multiplicat cu 10, $p = 10 \frac{U_c}{U_f}$, unde U_c este tensiunea culeasă pe cursor, iar U_f este o tensiune continuă, egală cu amplitudinea tensiunii liniar variabile necesară pentru acoperirea zonei gradate a ecranului.
- Comutatorul K_2 are două secțiuni, prin care se selectează semnalele aplicate amplificatorului deflexiei pe orizontală (ADX) și circuitelor de control a strălucirii (CS).

Sunt posibile mai multe moduri de lucru, în funcție de pozițiile comutatoarelor K_1 , K_2 .

- Pentru $K_2 = 1$, se lucrează practic cu baza de timp A. În exemplul din figura 2.32 zona vizualizată din semnal va fi aceea cuprinsă între punctele A și B. Imaginea vizualizată va arăta ca în figura 2.33a.

- *Vizualizare cu baza de timp B pornită cu întârziere față de baza de timp A.* Se obține pentru $K_1 = \text{start}$, $K_2 = 3$. Tensiunea liniar variabilă selectată pentru ADX este cea dată de baza de timp B. Aceasta pornește în momentul când COMP trece în starea 1, iar acest lucru se întâmplă atunci când $u_{fA} = U_C$. Vom nota cu t_i întârzierea cu care pornește BTB față de momentul pornirii BTA. De asemenea, semnalul utilizat pentru controlul strălucirii este CD_B . În acest caz, zona vizualizată extins, pe întregul ecran este cea cuprinsă între punctele C și D.

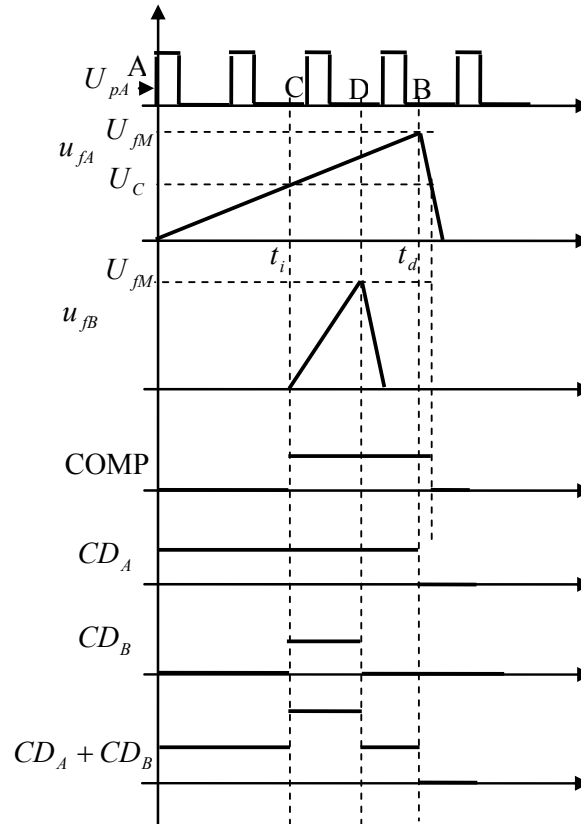


Figura 2.32.

Citind valoarea parametrului p pe potențiometrul P, se poate calcula întârzierea t_i . Din asemănarea triunghiurilor din figura 2.32, rezultă

$$\frac{t_i}{t_d} = \frac{U_C}{U_{fM}} \quad (2.1)$$

Am văzut însă că între durata cursei directe t_d și durata corespunzătoare zonei gradate pe orizontală există relația

$$t_d = (1,1 \div 1,2) t_x \quad (2.2)$$

și evident, o relație similară va exista între tensiunile ce produc aceste deplasări,

$$U_{fM} = (1,1 \div 1,2)U_f. \quad (2.3)$$

Prin urmare, relația de proporționalitate de mai înainte se mai poate scrie

$$\frac{t_i}{t_x} = \frac{U_C}{U_f} \Rightarrow \frac{t_i}{t_x} = \frac{U_C}{U_f} \Rightarrow \frac{t_i}{N_x C_{xA}} = 0,1p \quad (2.4)$$

Pentru $N_x = 10$ rămâne

$$t_i = pC_{xA} \quad (2.5)$$

Imaginea vizualizată este cea din figura 2.33b.

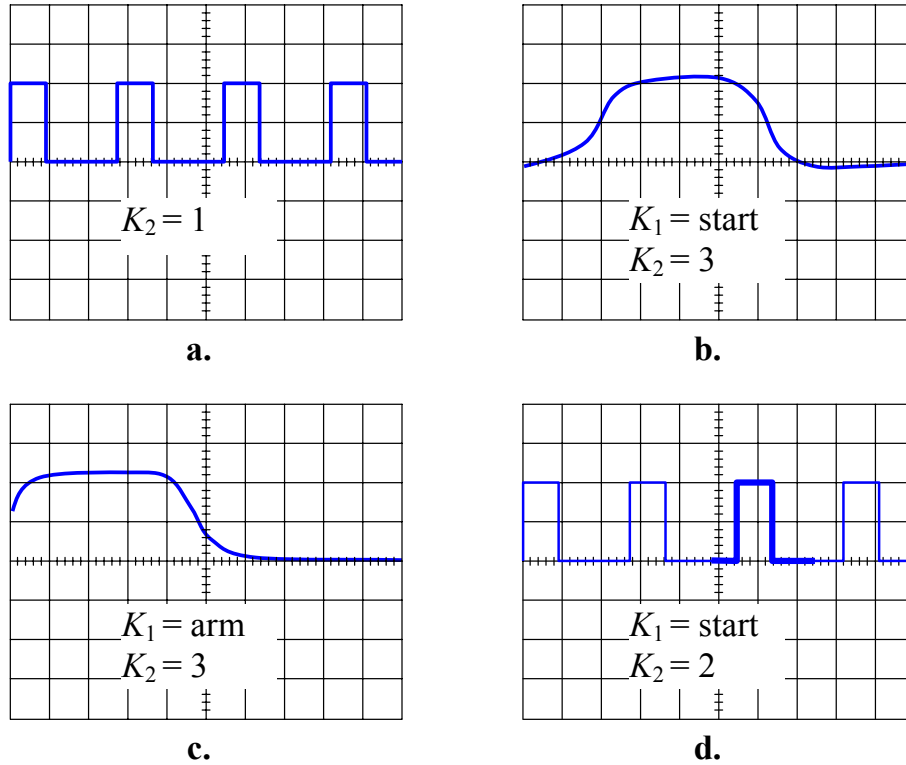


Figura 2.33.

- *Vizualizare cu baza de timp B armată cu întârziere față de baza de timp A.* Pozițiile comutatoarelor vor fi: $K_1 = \text{arm}$, $K_2 = 3$, așa încât desfășurarea se face cu baza de timp B, dar aceasta este armată în momentul când $u_{fA} = U_C$, deci cu întârzierea t_i față de pornirea bazei de timp principale. După armare, pornirea nu se produce însă imediat, ci atunci când este îndeplinită condiția de declanșare pentru BTB. Cronogramele sunt date în figura 2.34.

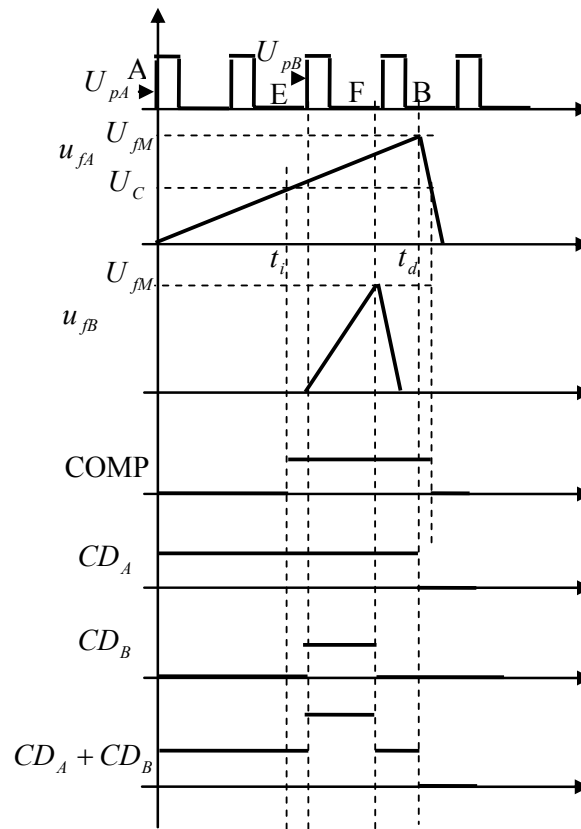


Figura 2.34.

Spre deosebire de cazul precedent, când zona detaliată putea fi deplasată continuu, în acest caz, manevrând potențiometrul P, se poate sări de la un impuls la altul, adică de la un punct în care este îndeplinită condiția de declanșare a BTB, la următorul. Totuși, această configurație are avantajul de a asigura o sincronizare mai bună a imaginii vizualizate. Imaginea vizualizată este dată în figura 2.33c.

- *Vizualizare cu baza de timp A intensificată de baza de timp B.* Acest mod de lucru se obține punând $K_2 = 2$. K_1 poate fi pe oricare din cele două poziții. Se observă că în acest caz se aplică u_{fA} pentru deflexia pe orizontală, iar pentru controlul strălucirii se aplică suma semnalelor CD ale celor două baze de timp. În consecință se vizualizează semnalul desfășurat cu BTA, dar cu strălucire intensificată, pe durata rampei pozitive a BTB. Acest mod de lucru este util pentru a selecta zona ce se dorește vizualizată. Imaginea vizualizată este dată în figura 2.33d, pentru cazul $K_1 = start$.

2.5.4.2 Baze de timp duble alternate

Această configurație permite vizualizarea concomitentă a desfășurărilor realizate cu cele două baze de timp. Acest lucru se realizează prin înlocuirea comutării manuale printr-o comutare electronică. Schema bloc este data în figura 2.35.

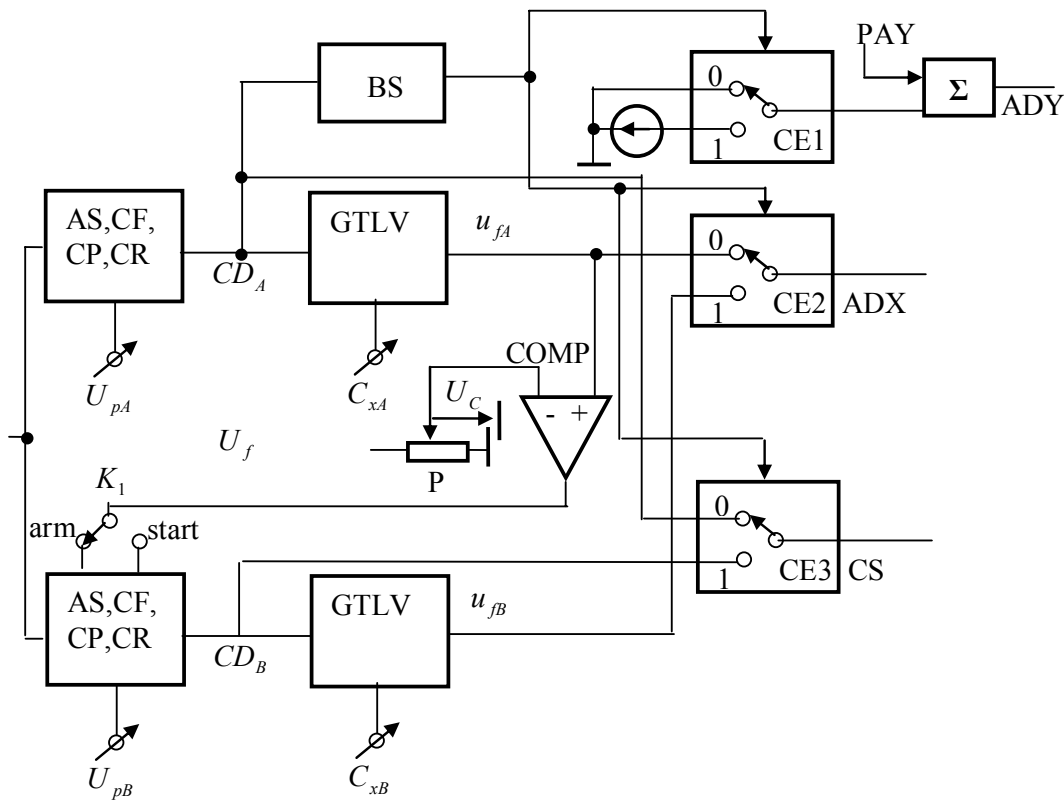


Figura 2.35. Schema bloc a bazei de timp dublă alternată

Cele trei comutatoare electronice CE1 – CE3 sunt comandate de un semnal generat de bistabilul BS. Acesta este comandat de semnalul CD al bazei de timp principale și își schimbă starea la începutul fiecărei curse directe. Comutatoarele se află pe poziția 0 sau 1, în funcție de starea acestui semnal de comandă. Comutatorul CE2 selectează una dintre tensiunile liniar variabile u_{fA} , u_{fB} , generate de cele două baze de timp, pentru a o livra amplificatorului deflexiei pe X. Comutatorul CE3 selectează semnalul pentru controlul strălucirii, unul dintre CD_A și CD_B .

Ca urmare, se vor afișa alternativ, imaginea vizualizată cu BTA (ansamblul) și cu BTB (detaliul). Dacă perioada desfășurării BTA este relativ mică în raport cu persistența, $t_p > 2T_v$, cele două imagini apar concomitent. Cele două imagini ar apare însă suprapuse. Pentru ca acest lucru să nu se întâmple, se introduce o deplasare pe verticală, prin însumarea unei tensiuni

continue în canalul Y, pe durata uneia din desfășurări. Acest lucru este realizat de comutatorul CE1.

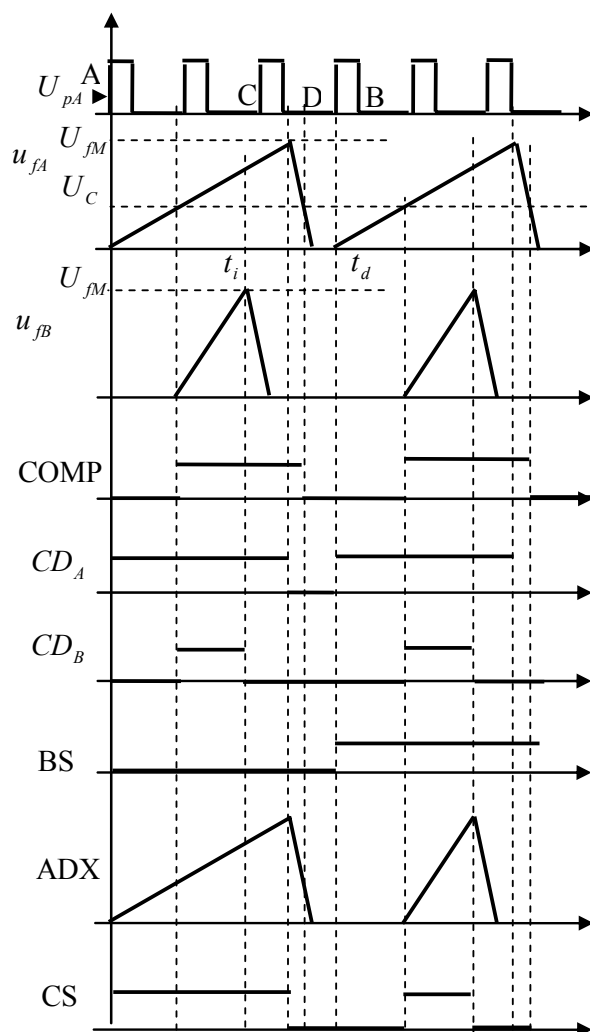


Figura 2.36. Cronogramele pentru bază de timp dublă alternată

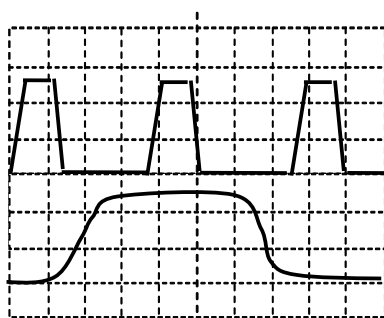


Figura 2.37. Vizualizarea semnalului cu baza de timp dublă alternată