

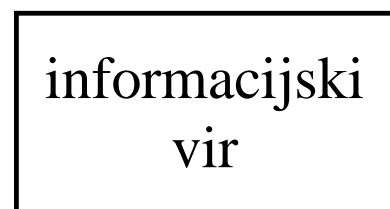
1.2.5 Lastnosti merilnih naprav v informacijskem prostoru



Merilno napravo lahko obravnavamo tudi kot komunikacijski kanal:

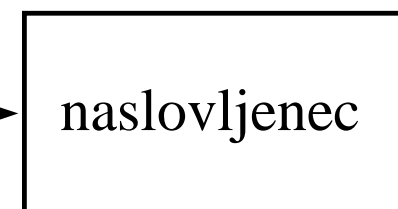
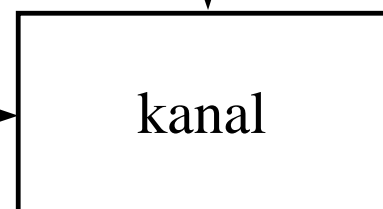
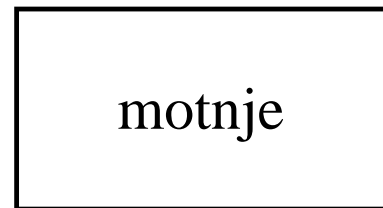
informacijski vir:

- merilni objekt z merjeno veličino



naslovljenec:

- merilec, nadzorni sistem, itd.



Slika 1.31 Prenos signala (**motnje se kažejo v merilnem pogrešku**)

Določeni vrednosti **oddanega** signala pripada **območje** vrednosti **sprejetega** signala.

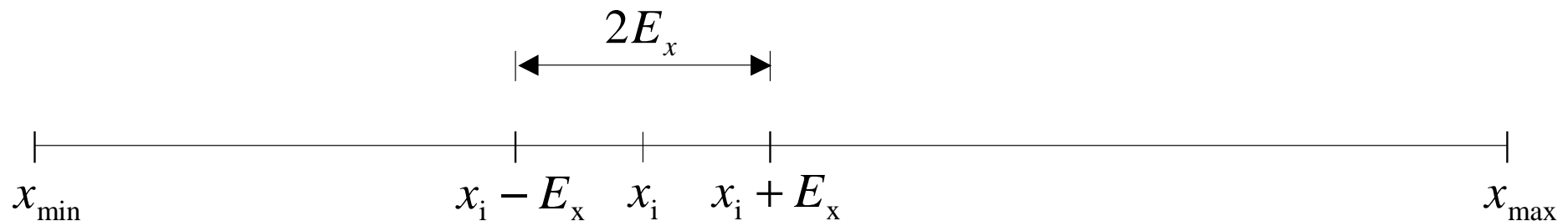




Razlikujemo m neodvisnih stopenj - amplitudnih stopenj:

$$m = 1 + \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2E_x}$$

- $x_{\max} - x_{\min}$ - območje merilnih vrednosti,
- $\pm E_x$ - merilni pogrešek. Je konstanten, če **ni odvisen** od vrednosti merjene veličine.



Slika 1.32 Število amplitudnih stopenj

Kadar je E_x odvisen od vrednosti merjene veličine, zapišemo:

$$m = 1 + \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \frac{dx}{2E_x(x)}$$





$$m = 1 + \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \frac{dx}{2E_x(x)}$$

Pimer digitalni mer. inst.: $E_x = \pm(ax + b)$

$$m = 1 + \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \frac{dx}{2(ax + b)} = 1 + \frac{1}{2a} \ln \frac{ax_{\max} + b}{ax_{\min} + b}$$

- enica izraža dejstvo, da je število stopenj za eno večje od intervalov (začetek štetja).

Množina informacije: $S = \text{lb}m$ - dvojiški logaritem od m v enoti **bit**.

- Odvisna od stopnje **zmanjšanja intervala nedoločenosti** okoli prave vrednosti!
- **Bolj ko zmanjšamo** interval $x_{\max} - x_{\min} \rightarrow 2E_x$, **več informacije** dobimo.





Hitrost prenašanja sporočil je omejena.

Informacijski pretok: $I = \frac{S}{T_M} = \frac{1}{T_M} \text{lbm}$

T_M - čas ene meritve:

- pri analognem odzivu: $T_M = T_a$ - odzivni čas
- pri digitalnem postopku: $T_M = T_s$ - vzorčni čas,
 - $T_a = 1/(2f_m) \Rightarrow T_s = 1/(2f_m)$
- I izrazimo z mejno frekvenco:
$$I = 2f_m \text{lbm}$$





Kapaciteta merilnega kanala – informacijska karakteristika merilne naprave:

$$C_k = \frac{S_{\max}}{T_M} = \frac{1}{T_M} \text{lb} m_{\max} = 2 f_m \text{lb} m_{\max}$$

- **Maksimalno** število amplitudnih stopenj na merilnem območju:

$$m_{\max} = 1 + \frac{x_D}{2E_x}, \quad x_D = x_{\max} - \text{merilno območje} \quad (x_{\min} = 0)$$

- če je pogrešek linearno odvisen od izmerjene

$$\text{vrednosti: } m_{\max} = 1 + \frac{1}{2a} \ln \left(\frac{ax_D}{b} + 1 \right)$$

Informacijski pretok ne more biti večji kot kapaciteta kanala:

$$I \leq C_k$$





Zgled - voltmeter:

- merilno območje: $(0...30)V$,
- pogrešek: $E_U = \pm(0,007\%U + 4 \text{ dig})$,
 - ločljivost: $100\mu V$,
- hitrost merjenja: 3,7 meritve na sekundo.
- število amplitudnih stopenj:

$$m_{\max} = 1 + \frac{1}{2a} \ln\left(\frac{ax_D}{b} + 1\right) =$$
$$= 1 + \frac{1}{2 \cdot 7 \cdot 10^{-5}} \ln\left(\frac{7 \cdot 10^{-5} \cdot 30 V}{4 \cdot 100 \mu V} + 1\right) = 13091$$

- največja množina informacije:

$$S_{\max} = \lg m_{\max} = \lg 13091 = 13,7 \text{ bit}$$

- kapaciteta kanala: $C_k = \frac{S_{\max}}{T_M} = \frac{13,7 \text{ bit}}{1s/3,7} = 50,6 \text{ bit/s}$





1.3 Osnovni parametri časovno spremenljivih veličin

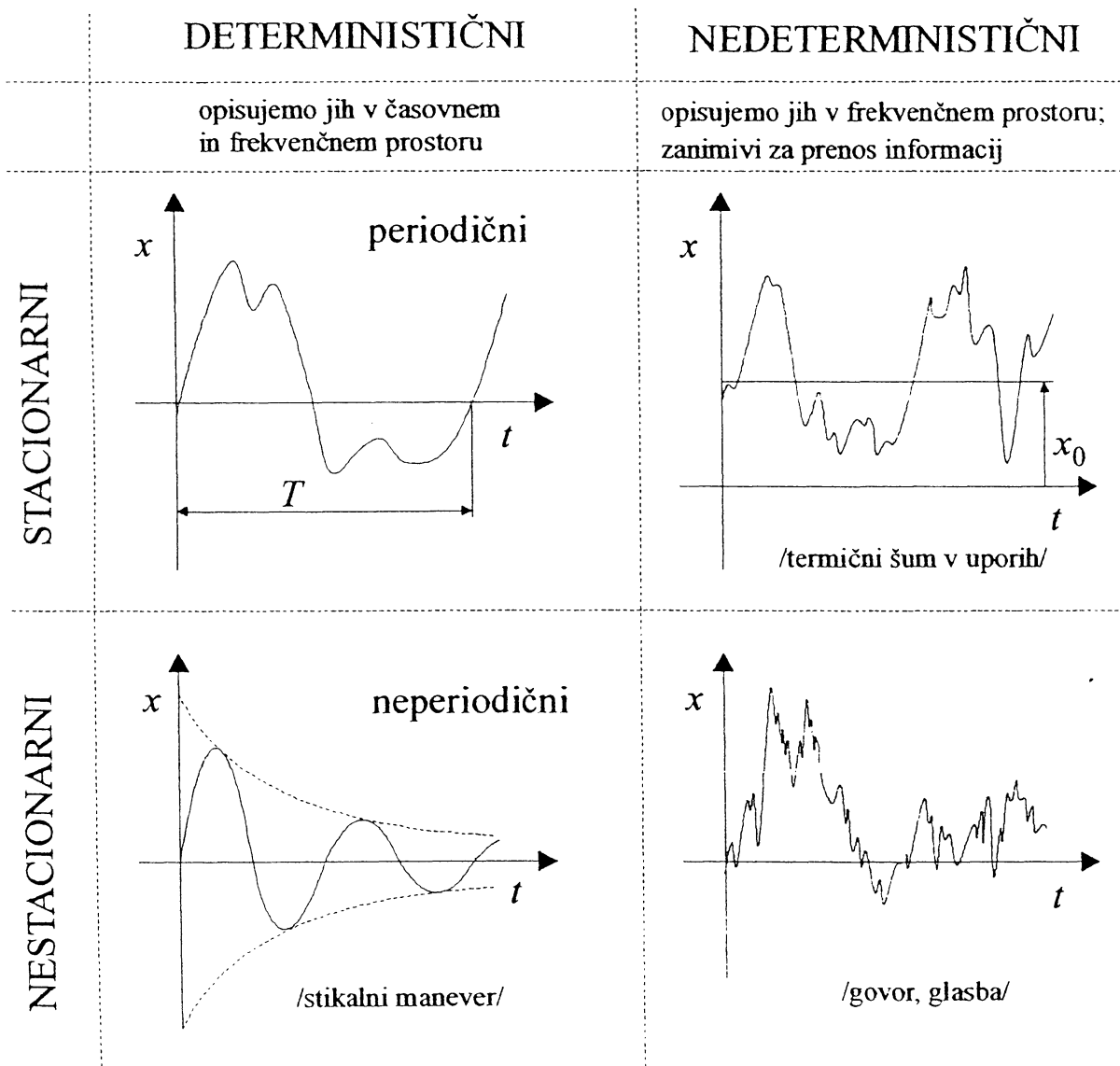
Veličine, ki jih merimo, se v splošnem spreminjajo - **dinamične veličine**

- Če se veličine s časom zelo počasi spreminjajo, jih imenujemo **kvazistatične**.

Delimo jih še na to, ali lahko matematično **opišemo trenutne vrednosti** veličin ali ne:

- **deterministične**,
- **nedeterministične** – naključne (stohastične).





Kadar se pomembni parametri dinamičnih veličin (aritmet. srednja vrednost, efektivna vrednost, itn.) s časom spreminjajo, ločimo signale na:

- stacionarne,
- nestacionarne.

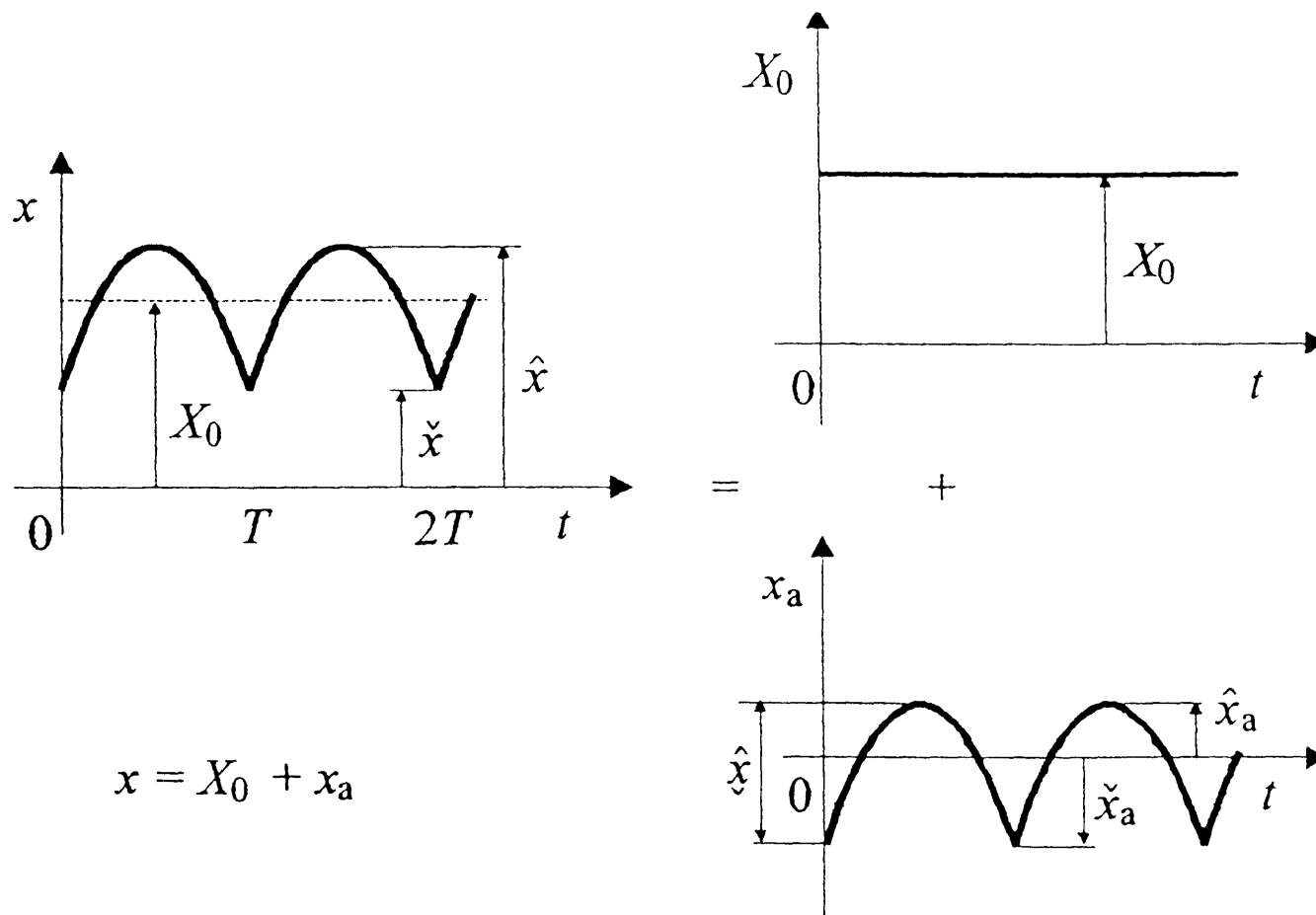
Slika 1.33 Nekaterе vrste signalov





1.3.1 Periodične veličine in najbolj uporabljeni parametri v časovnem prostoru

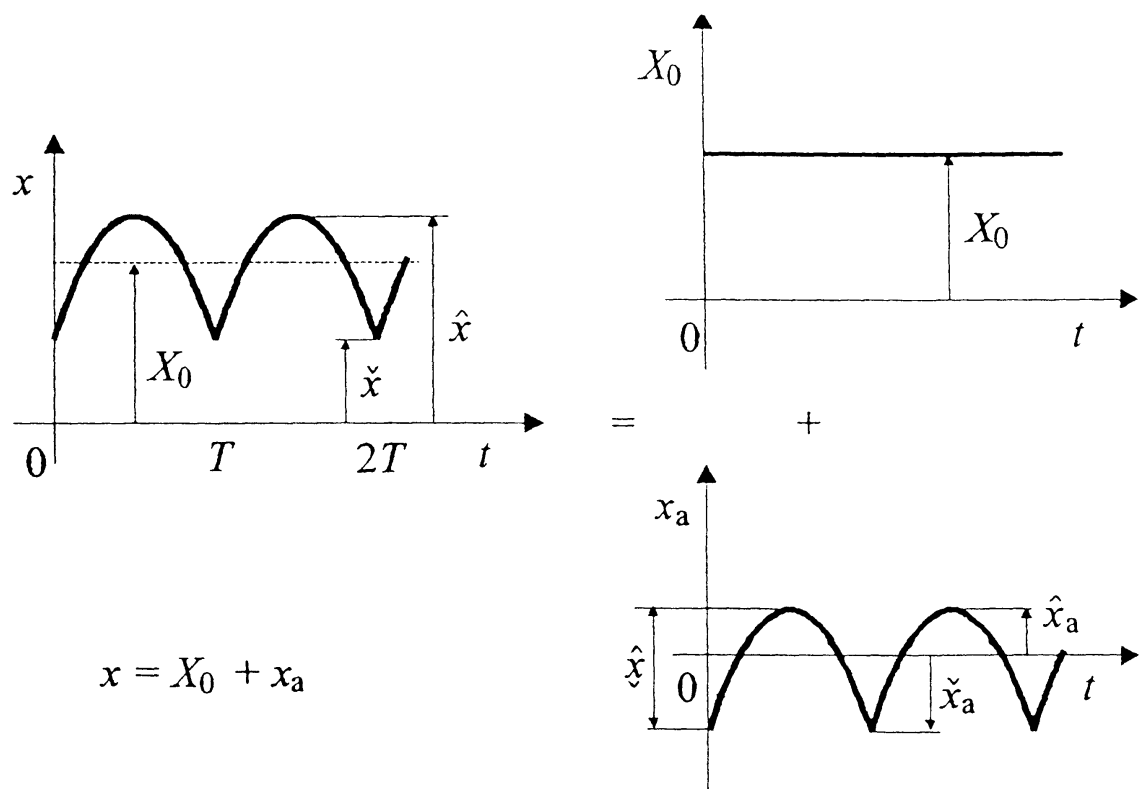
Pulzirajoča veličina je sestavljena iz **enosmerne** in **izmenične** komponente:



$$x = X_0 + x_a$$

Slika 1.34 Pulzirajoča veličina





Maksimalno vrednost označujemo z \hat{x} ali x_m ,
Minimalno vrednost označujemo z \check{x} ali x_{\min} ,
Enosmerno komponento označujemo z X_0 ,
Izmenično komp. pa z x_a

Aritmetična srednja vrednost – povprečna vrednost – je enaka **enosmerni** komponenti: $\bar{X} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt = X_0$,

- ker je povprečna vrednost x_a nič: $\bar{X}_a = \frac{1}{T} \int_0^T x_a(t) dt = 0$





Efektivna vrednost pulzirajoče veličine: $X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$

- če upoštevamo $x(t) = X_0 + x_a(t)$, dobimo:

$$X = \sqrt{X_0^2 + X_a^2}$$

- kjer je $X_a = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_a^2(t) dt}$ efektivna vrednost izmenične komponente.





Če pulzirajoča veličina **ne spreminja predznaka**, jo imenujemo **valovita veličina**.

Kadar je enosmerna komponenta primarnega pomena, podamo **valovitost** na tri načine:

- pulzacijski faktor: $p = \frac{X_a}{X}$,
- temenska valovitost: $q = \frac{x_e}{|X_0|}$,
- **efektivna valovitost**: $r = \frac{X_a}{|X_0|}$
 - najbolj pogosto uporabljen faktor.

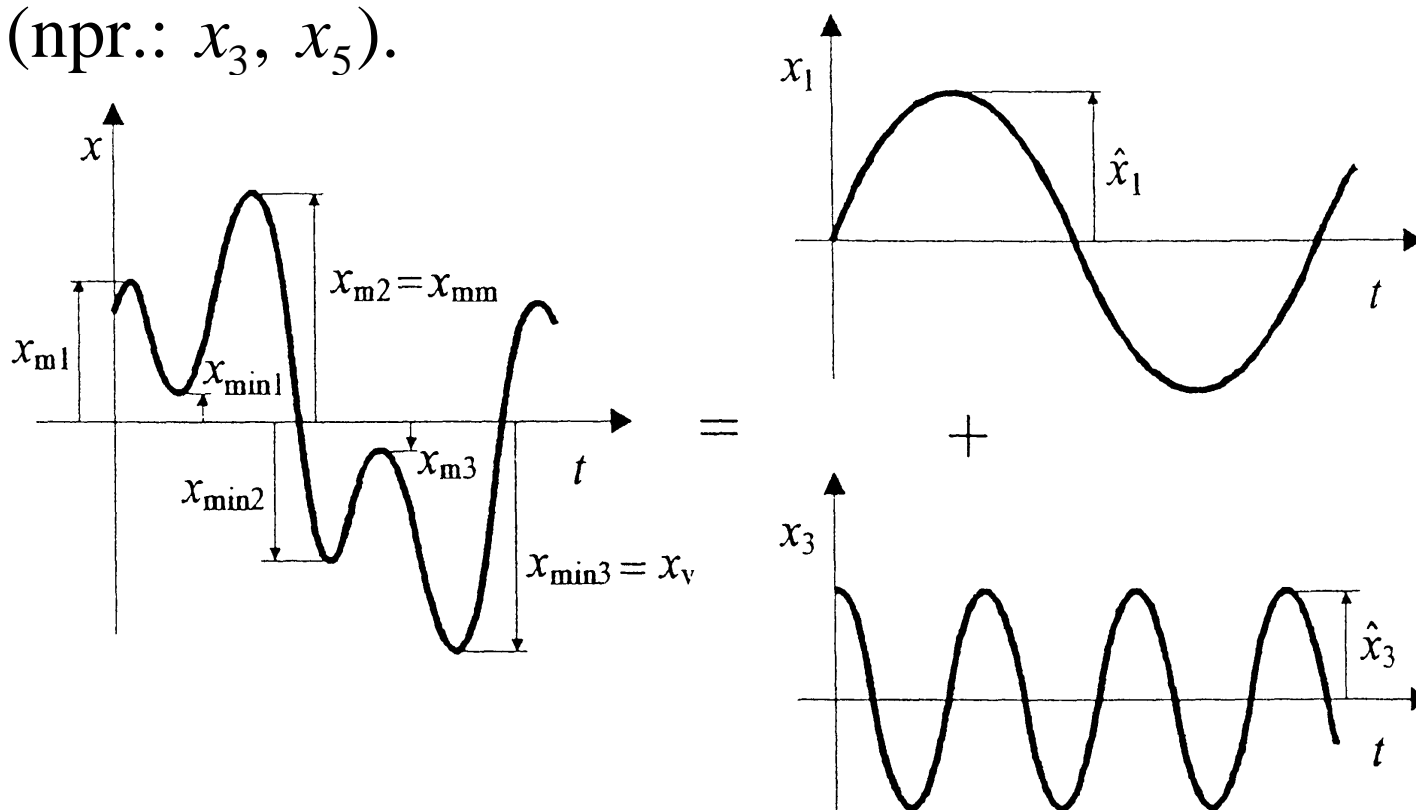




1.3.2 Izmenična veličina

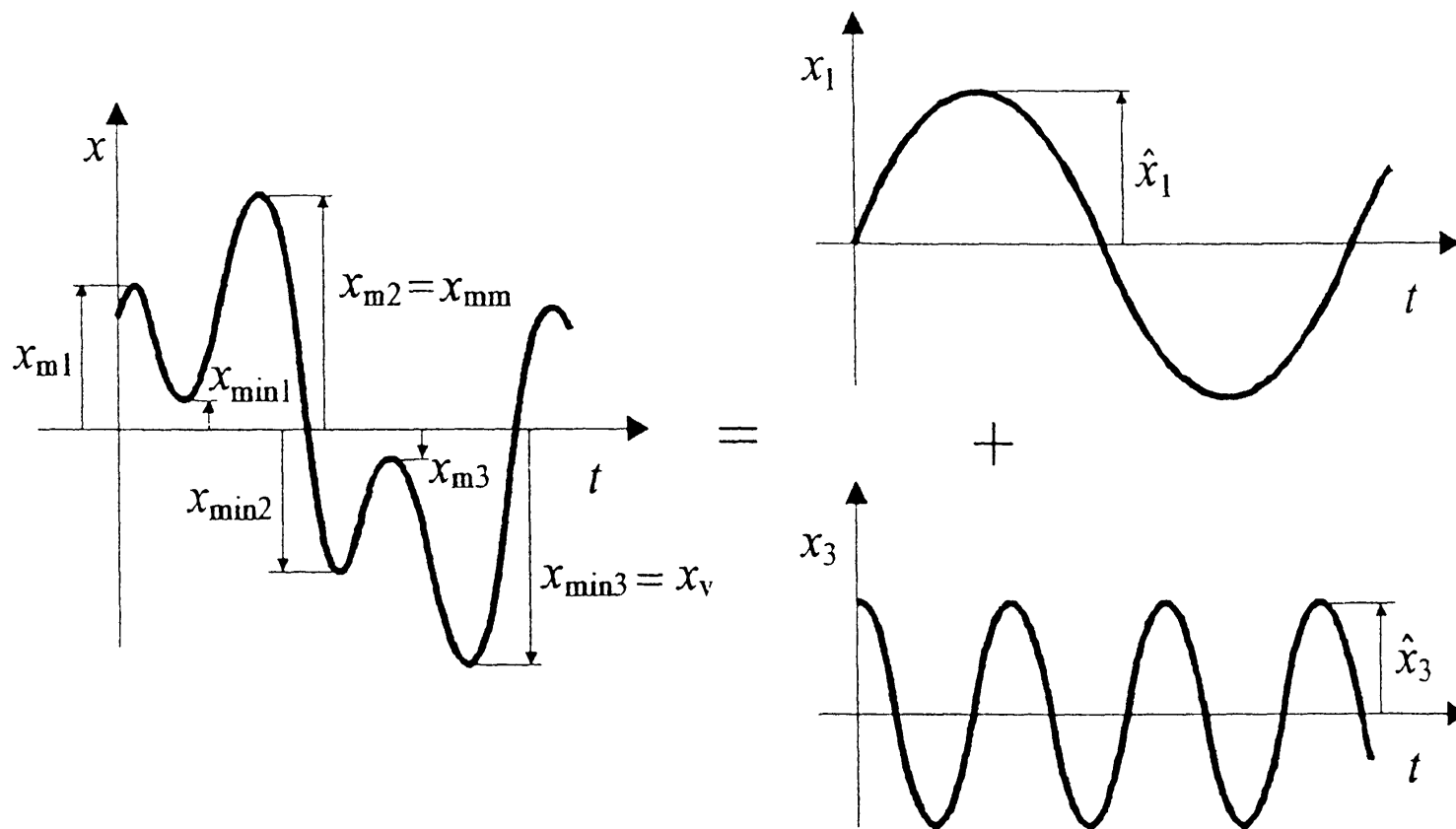
- kadar periodična veličina **nima enosmerne** komponente.

Sestavljena je iz: **osnovne komponente** x_1 in **harmonskih komponent** (npr.: x_3, x_5).



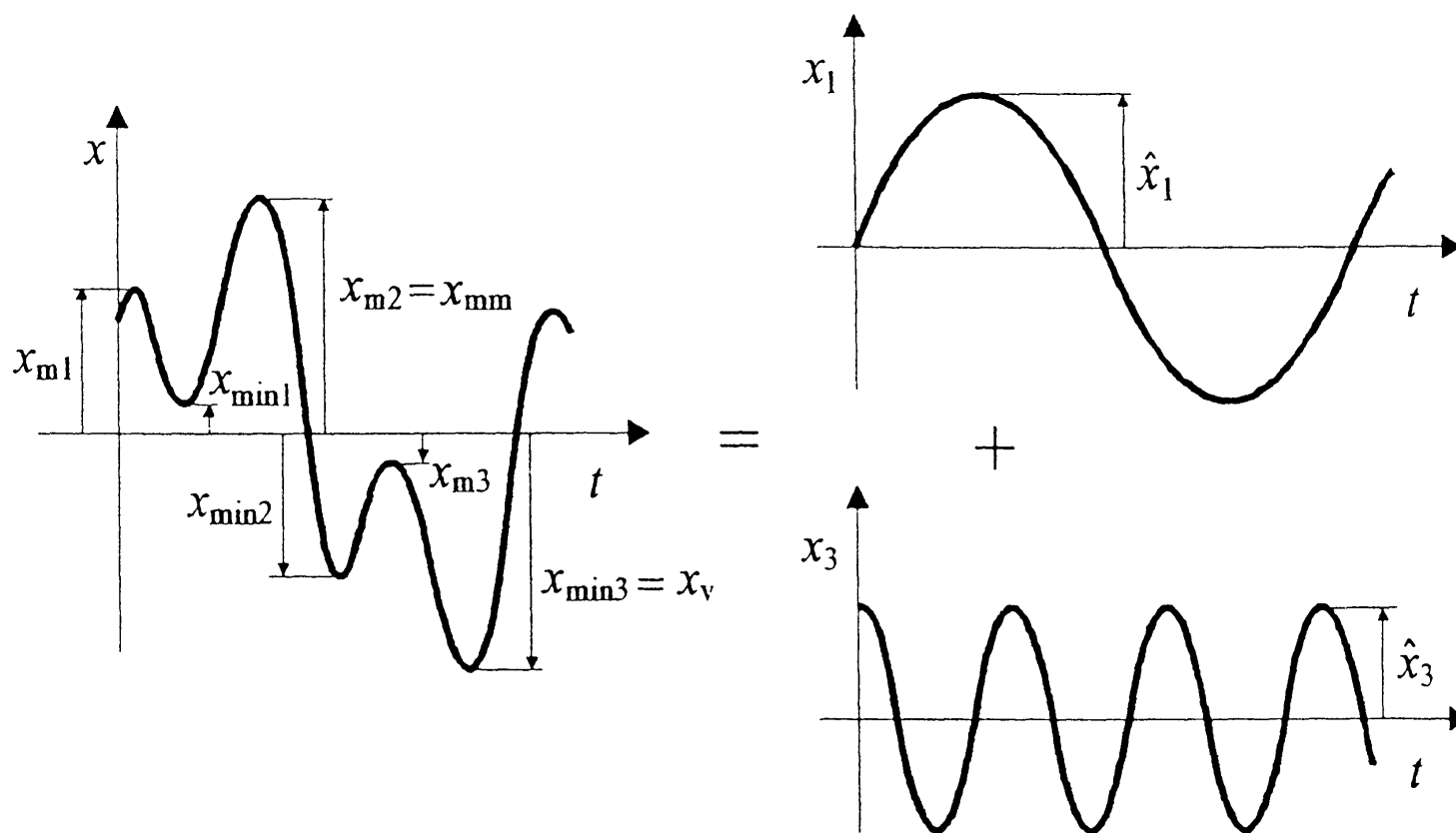
Slika 1.35 Izmenična veličina





- maksimalne vrednosti: x_{m1}, x_{m3}, x_{m5} ;
- minimalne vrednosti: $x_{min1}, x_{min3}, x_{min5}$;
- **temenska** vrednost – največja maksimalna v.: x_{mm} ali \widehat{x} ;





- **dolinska** vrednost – najmanjša minimalna v.: x_v ali \bar{x} ;
- **temensko-dolinska** vrednost (x_{pp} ..peak-to-peak): x_e ali \hat{x}_v ;





- **delež osnovne** komponente: $f = \frac{X_1}{X}$ - kolikšna je efektivna vrednost osnovne komponente v primerjavi s celotno efektivno vrednostjo.

Harmonsko popačenje (harmonski faktor, faktor distorzije, faktor popačenja, klirr faktor, THD- Total harmonic distortion):

$$h_{\text{IEC}} = \frac{X_h}{X_1} = \frac{\sqrt{X_2^2 + X_3^2 + \dots}}{X_1} = \frac{\sqrt{X^2 - X_1^2}}{X_1} \quad \text{💬}$$

- kolikšna je efektivna vrednost (vseh) harmonskih komponent v primerjavi z osnovno.

$$h_{\text{DIN}} = \frac{\sqrt{X^2 - X_1^2}}{X} - \text{primerjava s celotno efektivno vred.}$$





Temenski faktor:

$$C = \frac{x_{\text{mm}}}{X}$$

- pomemben parameter za **instrumente z usmerniki**, ki se odzivajo na temenske vrednosti.

Večina enosmernih instrumentov s polprevodniškim usmernikom se odziva na **usmerjeno vrednost**:

$$X_r = \overline{|x|} = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)| dt$$

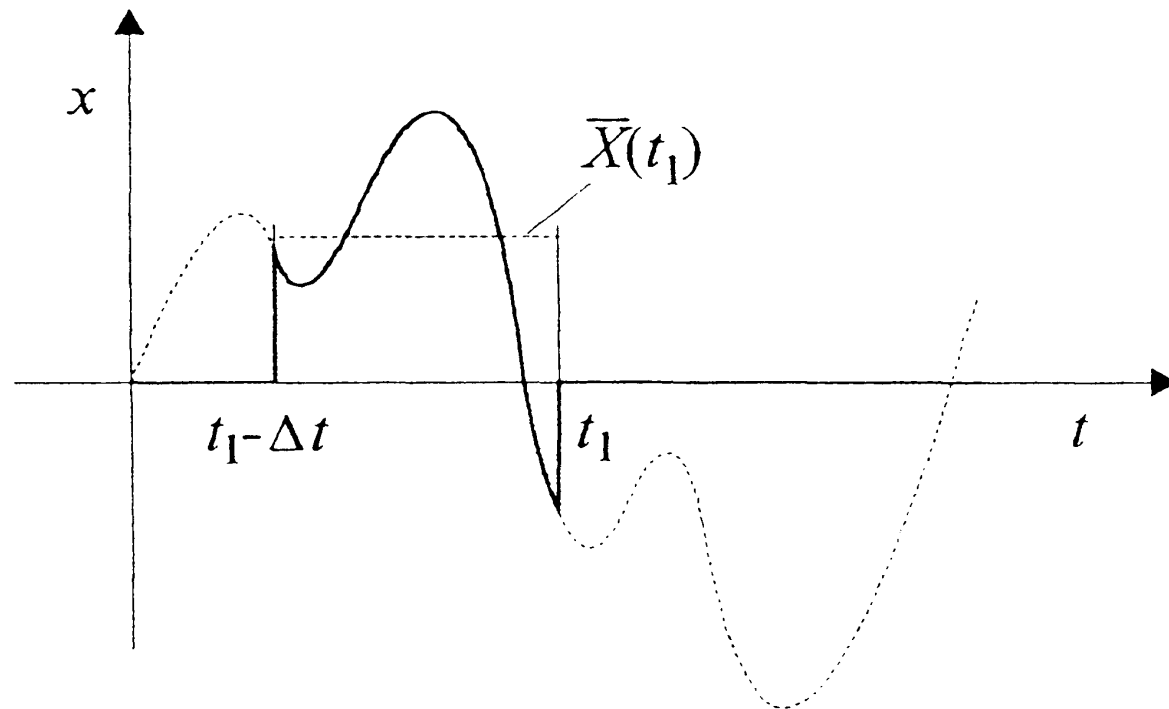
Oblikovni faktor nam poda razmerje efektivne in usmerjene vrednosti: $F = \frac{X}{X_r}$ (inst. z usmerniki, ločitev izgub, ..)





Tekoča povprečna vrednost je odvisna od širine opazovanja

Δt in položaja v periodi:
$$\bar{X}(t) = \frac{1}{\Delta t} \int_{t-\Delta t}^t x(u) dt$$



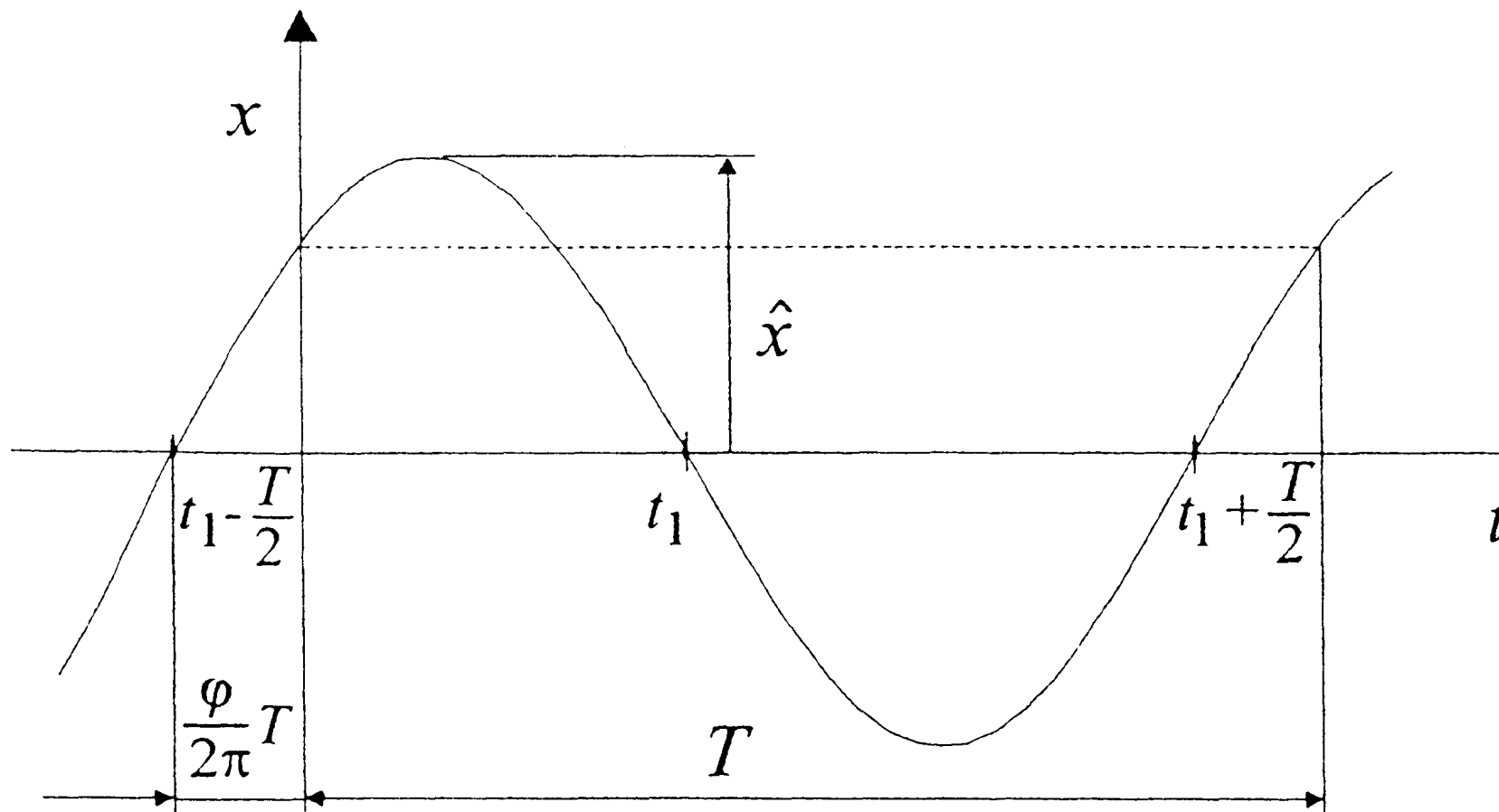
Slika 1.36 Tekoča povprečna vrednost





Osnovna oblika izmenične veličine je **sinusne** oblike:

$$x = \hat{x} \sin(\omega t + \varphi), \quad \omega = 2\pi f = 2\pi/T - \text{krožna frekvenca}$$



Slika 1.37 Sinusna veličina





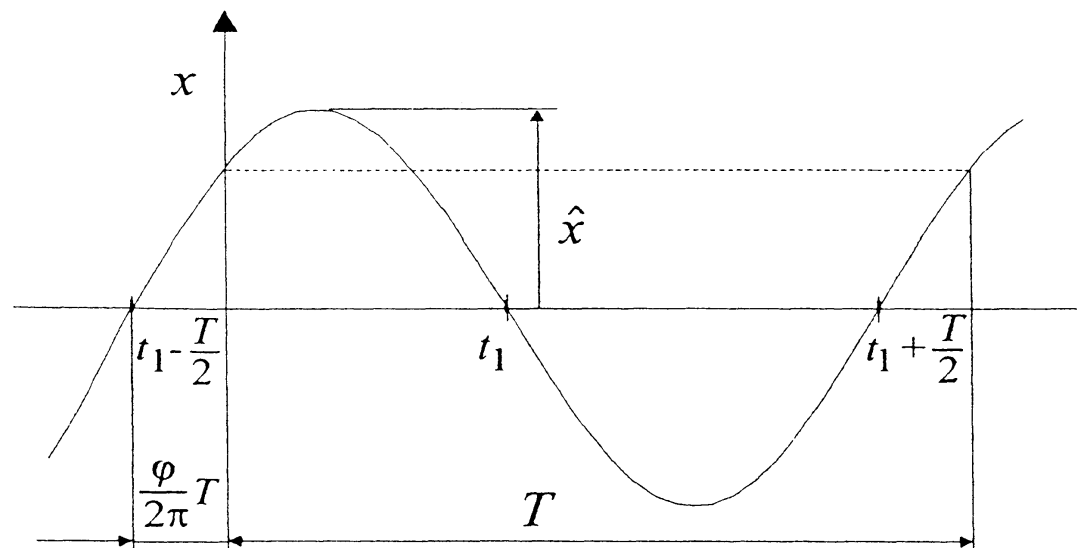
Usmerjena vrednost sinusne veličine:

$$X_r = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)| dt = \frac{1}{T} \left[\int_{t_1 - T/2}^{t_1} x(t) dt - \int_{t_1}^{t_1 + T/2} x(t) dt \right]$$

- ker sta oba dela enaka, zapišemo:

$$X_r = \frac{1}{T/2} \int_{t_1 - T/2}^{t_1} x(t) dt = \frac{2\hat{x}}{\omega T} \int_{t_1 - T/2}^{t_1} \sin(\omega t + \varphi) d\omega t$$

- kar da: $X_r = \frac{2}{\pi} \hat{x}$





Efektivna vrednost sinusne veličine:

$$X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_1-T/2}^{t_1+T/2} x^2(t) dt} = \sqrt{\frac{2}{T} \int_{t_1-T/2}^{t_1} x^2(t) dt} = \sqrt{\frac{2\hat{x}^2}{\omega T} \int_{t_1-T/2}^{t_1} \sin^2(\omega t + \varphi) d\omega t}$$

- kar da: $X = \frac{\hat{x}}{\sqrt{2}}$

Oblikovni faktor sinusne veličine:

$$F_0 = \frac{X}{X_r} = \frac{\hat{x}/\sqrt{2}}{2\hat{x}/\pi} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1,111$$

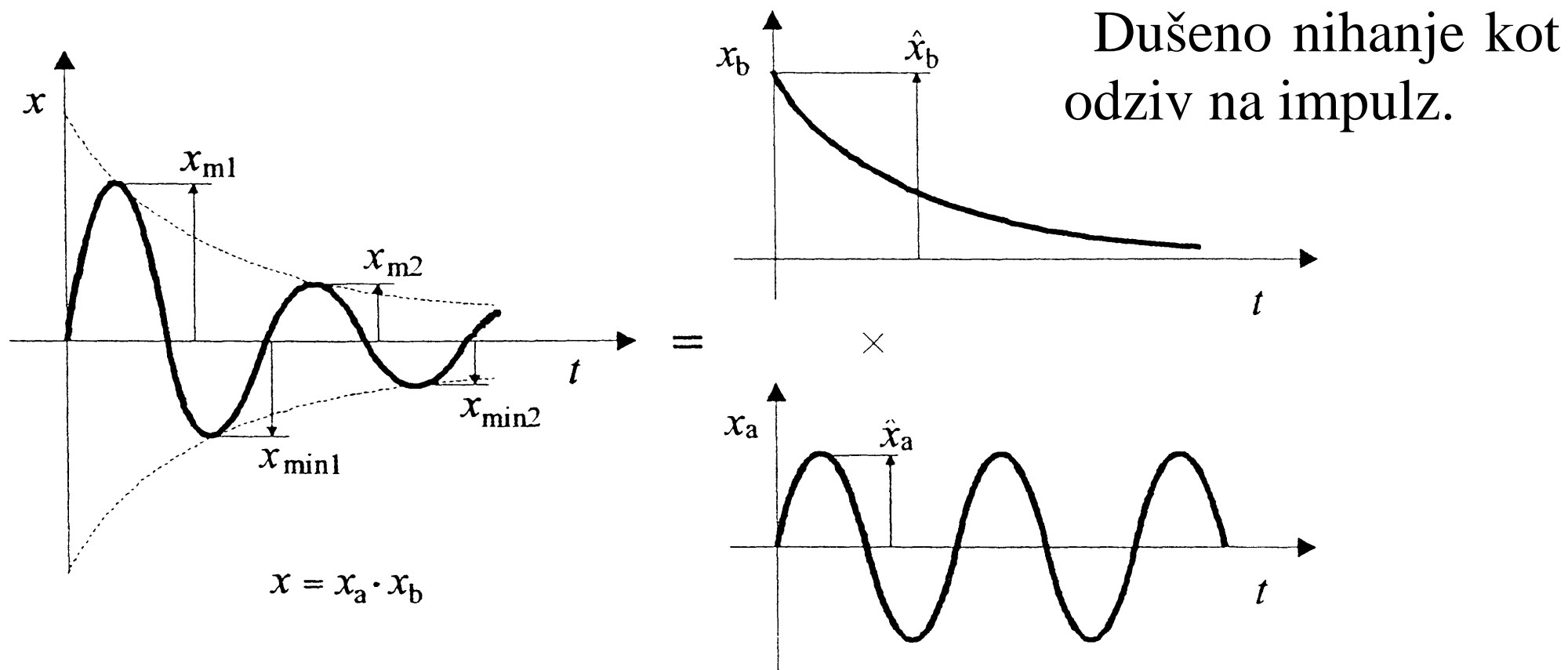
Temenski faktor sinusne veličine:

$$C_0 = \frac{\hat{x}}{X} = \frac{\hat{x}}{\hat{x}/\sqrt{2}} = \sqrt{2} \approx 1,414$$



1.3.3 Neperiodične veličine

- se ne obnavljajo identično v enakih časovnih intervalih,
- opis **prehodnih pojavov**.

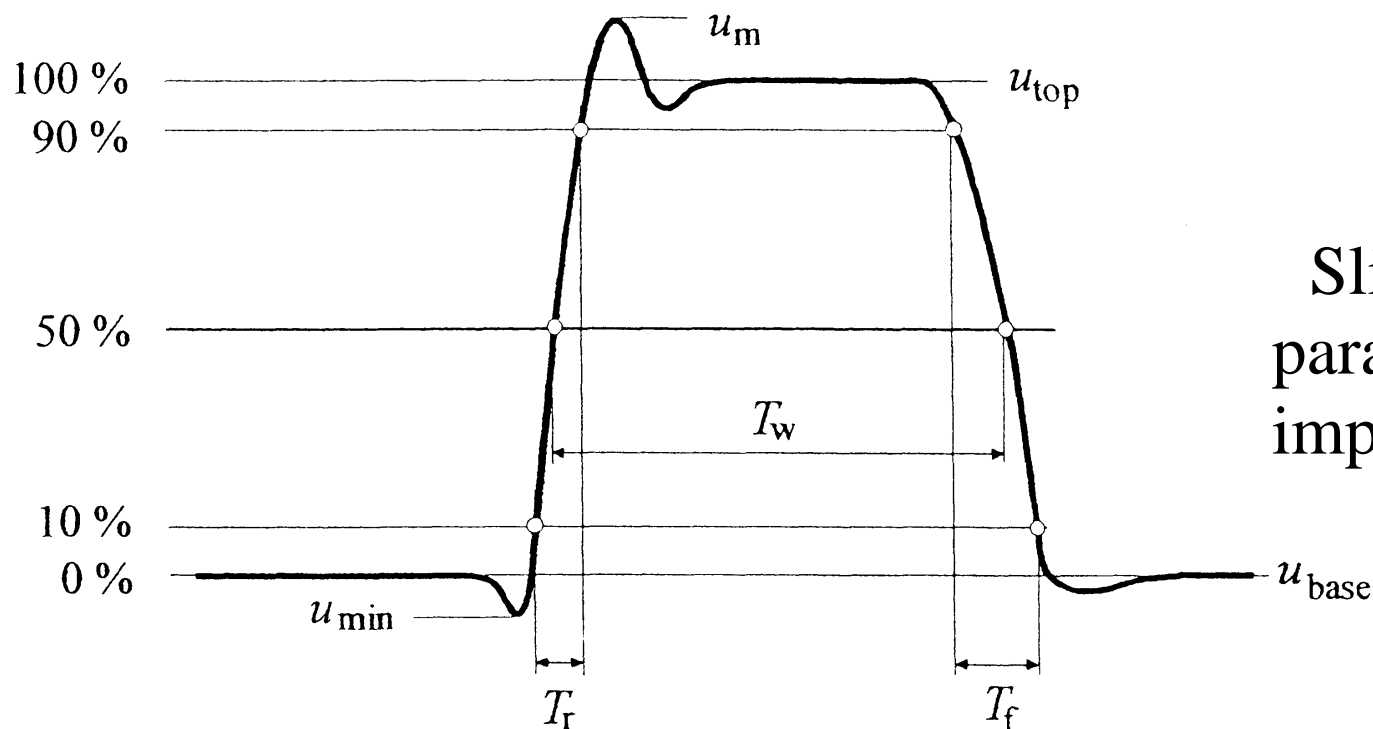


Slika 1.38 Neperiodična veličina



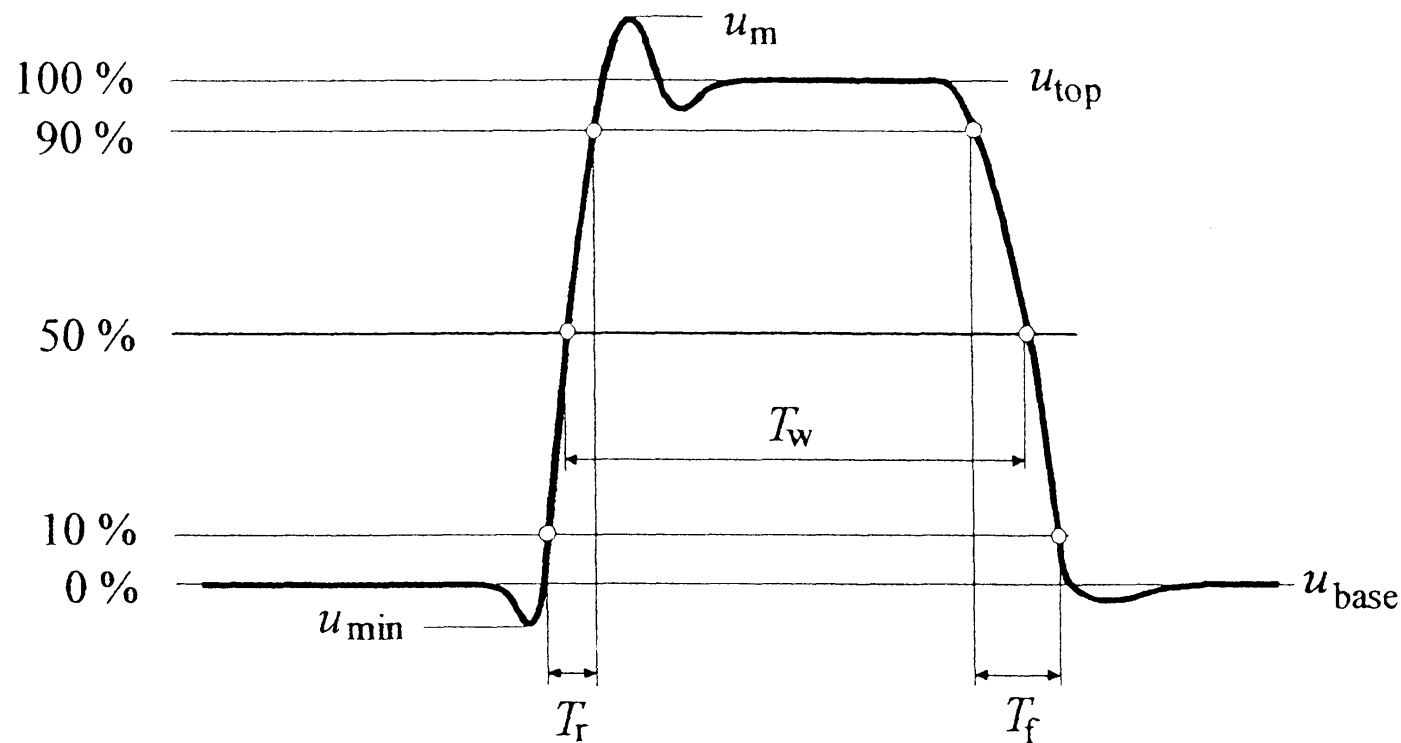
Parametri napetostnih impulzov:

- izhiščna parametra:
 - osnovni ali **spodnji** nivo (u_{base} , 0%),
 - **zgornji** nivo (u_{top} , 100%),
 - **prevladujoči** vrednosti v histogramu



Slika 1.39 Nekateri parametri napetostnega impulza

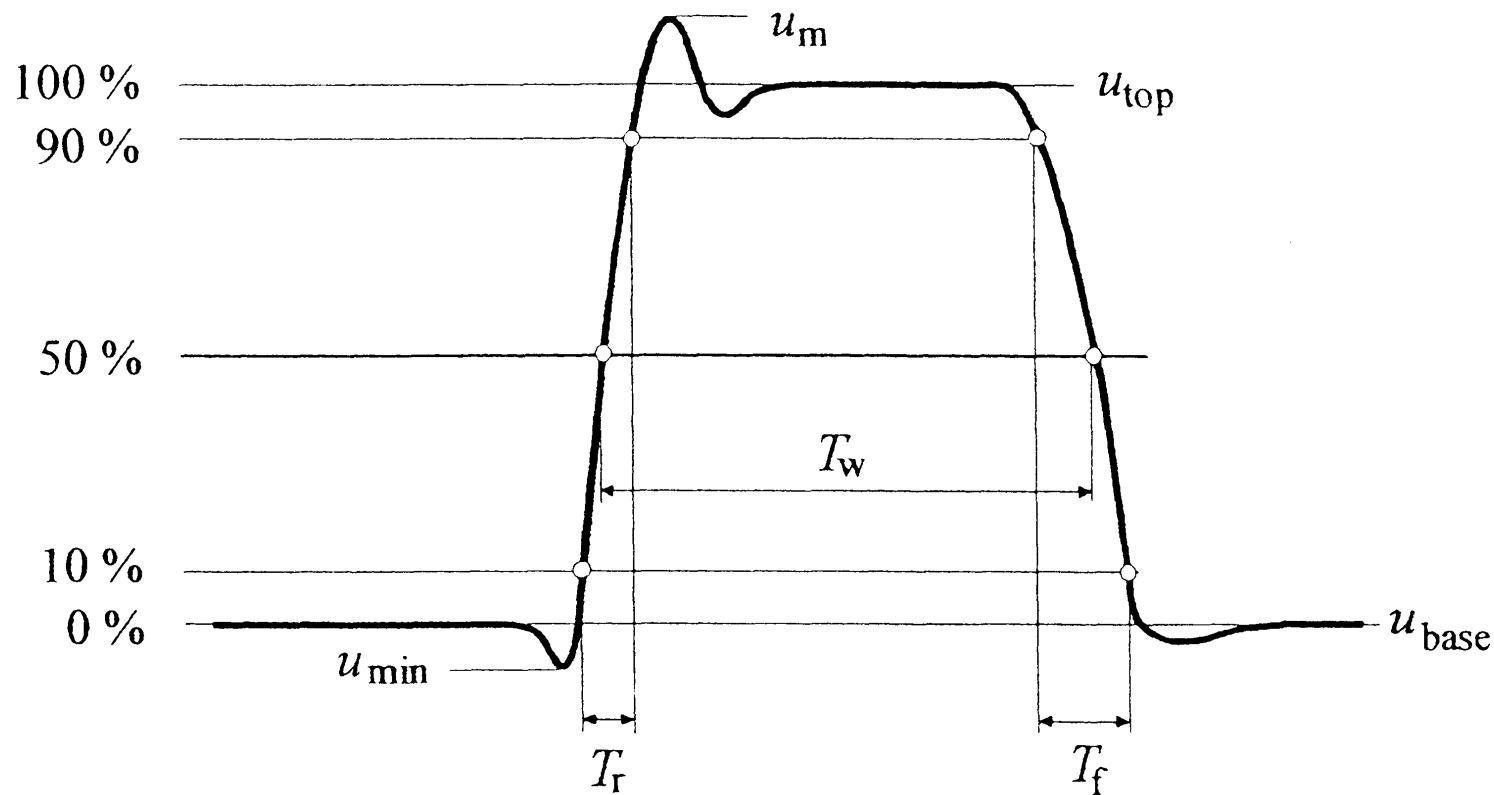




- Če ni prevladujočih vrednosti, je $u_{base} = u_{min}$ in $u_{top} = u_m$.

Z obema izhodiščnima nivojema 0% in 100% sta določena tudi **nivoja** 10% in 90% za določitev **dvižnega časa** T_r in **upadnega časa** T_f .





Ugotovimo lahko tudi nivo 50%, ki določa **širino impulza** T_w .

- Pri ponavljajočih pulzih je to nivo za merjenje in določanje **periode, frekvence in relativne širine** impulza.





Dvižni rob je popoln:

- če prečka v pozitivni smeri 10% nivo,
- 50% nivo lahko tudi večkrat (v pozitivni in negativni smeri),
- in 90% nivo, ne da bi dodatno prečkal 10% nivo.

Upadni rob

- definiran podobno kot dvižni rob le v negativni smeri (90% → 50% → 10%).

