



## *Lastnosti merilnih naprav v informacijskem prostoru*

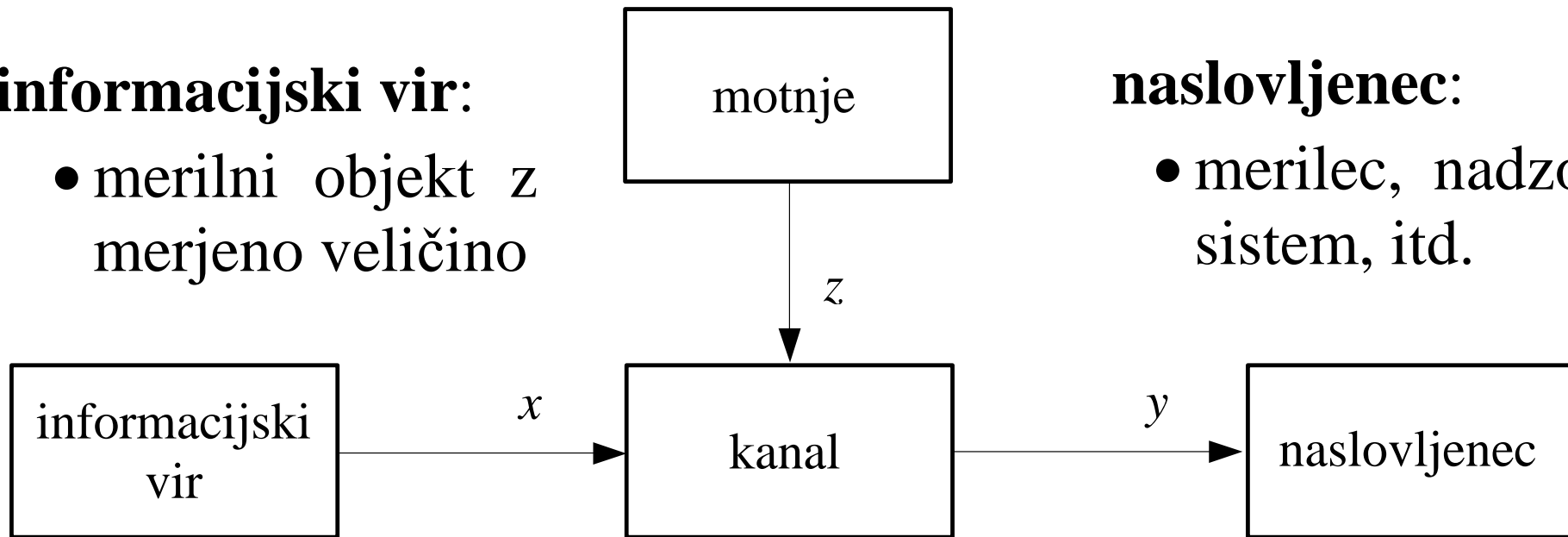
**Merilno napravo lahko obravnavamo tudi kot komunikacijski kanal:**

**informacijski vir:**

- merilni objekt  $z$  merjeno veličino

**naslovljenec:**

- merilec, nadzorni sistem, itd.



Slika 1.21 Prenos signala (**motnje se kažejo v merilnem pogrešku**)

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

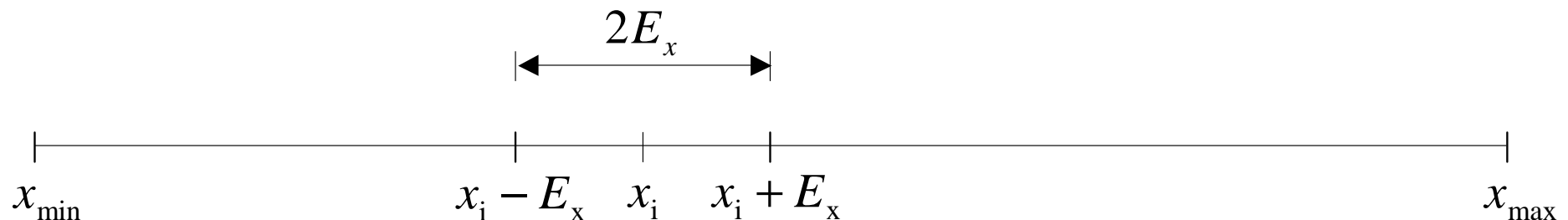




Razlikujemo  $m$  **neodvisnih** stopenj - **amplitudnih stopenj**:

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

- $x_{\max} - x_{\min}$  - območje merilnih vrednosti,
- $\pm E_x$  - merilni pogrešek.



Slika 1.22 Število amplitudnih stopenj

Kadar  $E_x$  **ni neodvisen** od vrednosti merjene veličine, imamo:

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





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

**Primer** 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:**  $S = \log_2 m$  - 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:

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

- če je pogrešek linearno odvisen od izmerjene

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

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:

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

- največja množina informacije:

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

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





## *1.3 Osnovni parametri časovno spremenljivih veličin*

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

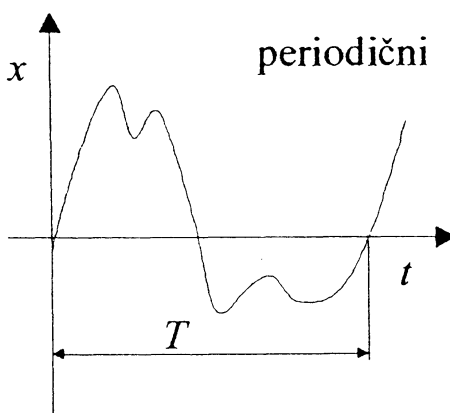
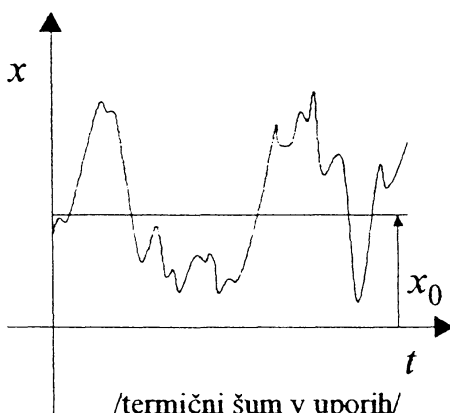
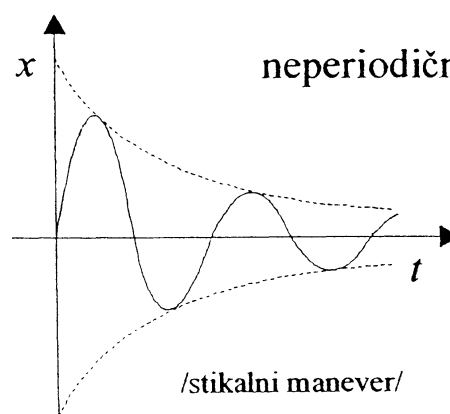
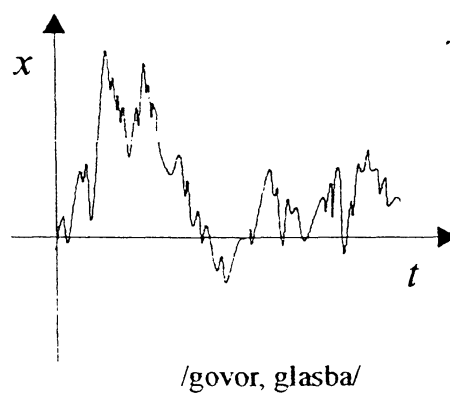
- Če se veličine s časom zelo počasi spreminjajo, jih imenujemo **kvazistatične**.

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

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





	DETERMINISTIČNI	NEDETERMINISTIČNI
STACIONARNI	opisujemo jih v časovnem in frekvenčnem prostoru 	opisujemo jih v frekvenčnem prostoru; zanimivi za prenos informacij 
NESTACIONARNI	neperiodični 	

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

- stacionarne,
- nestacionarne.

Slika 1.23 Nekatere vrste signalov

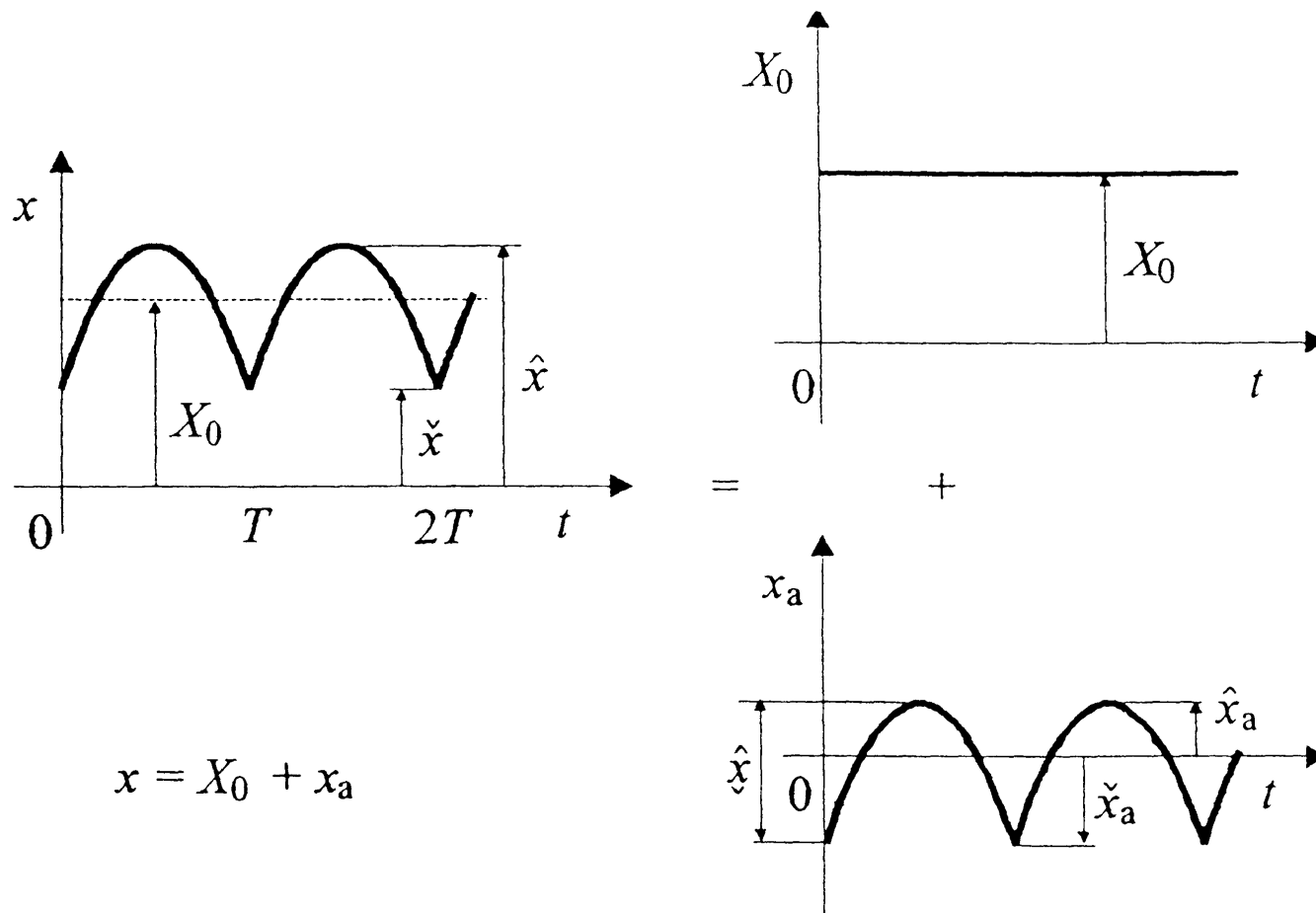






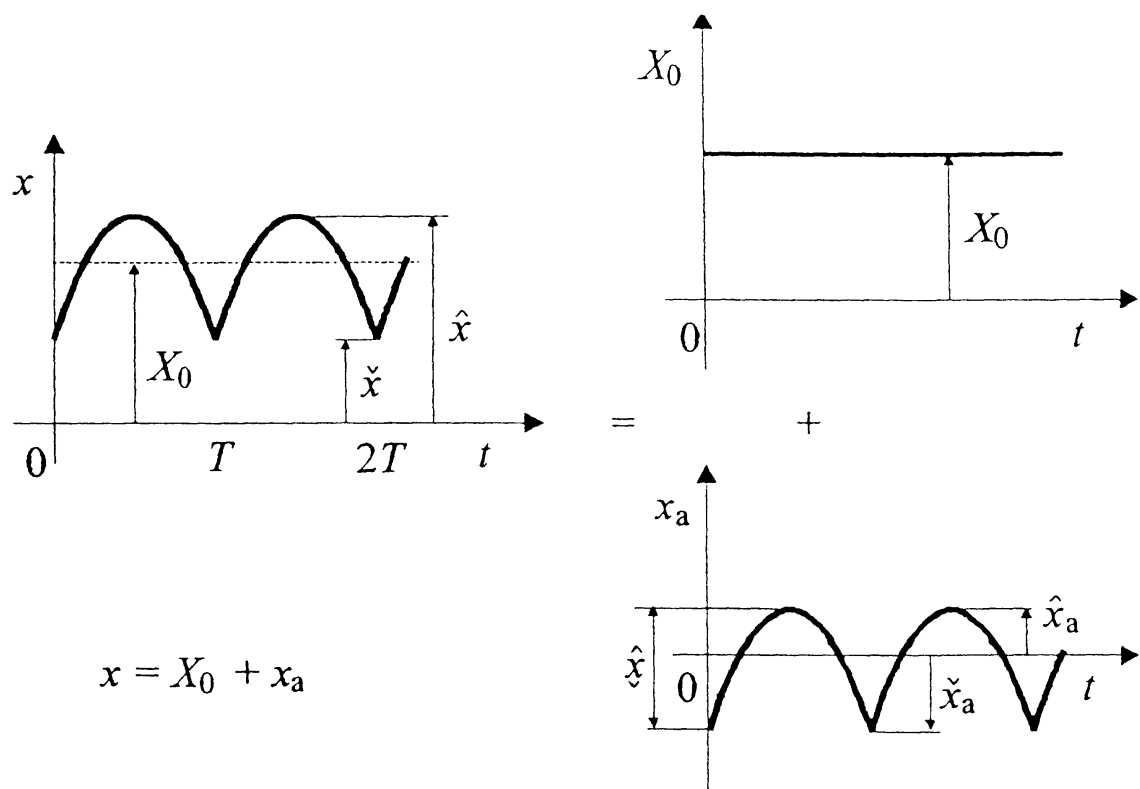
# *Periodične veličine in najbolj uporabljeni parametri v časovnem prostoru*

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



Slika 1.24 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.

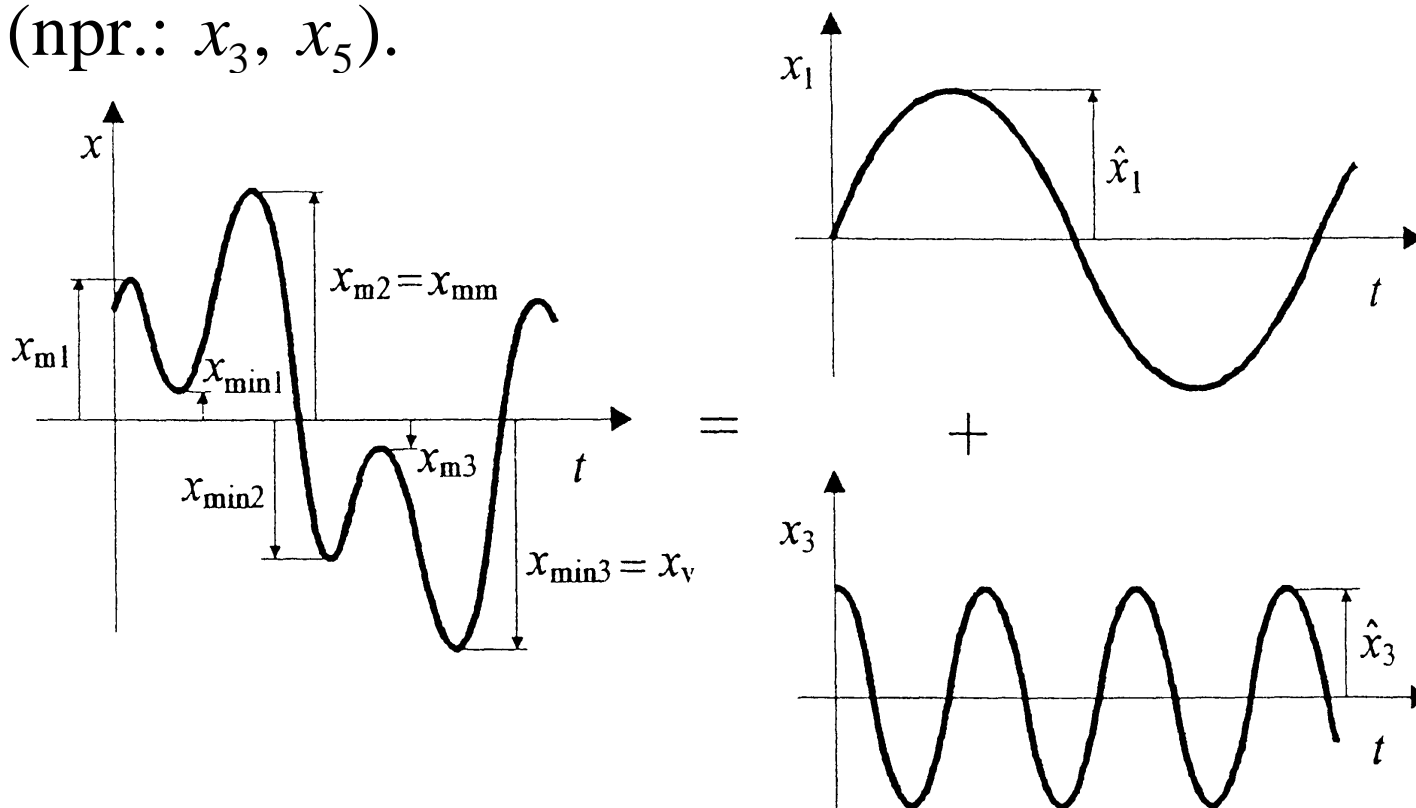




## Izmenična veličina

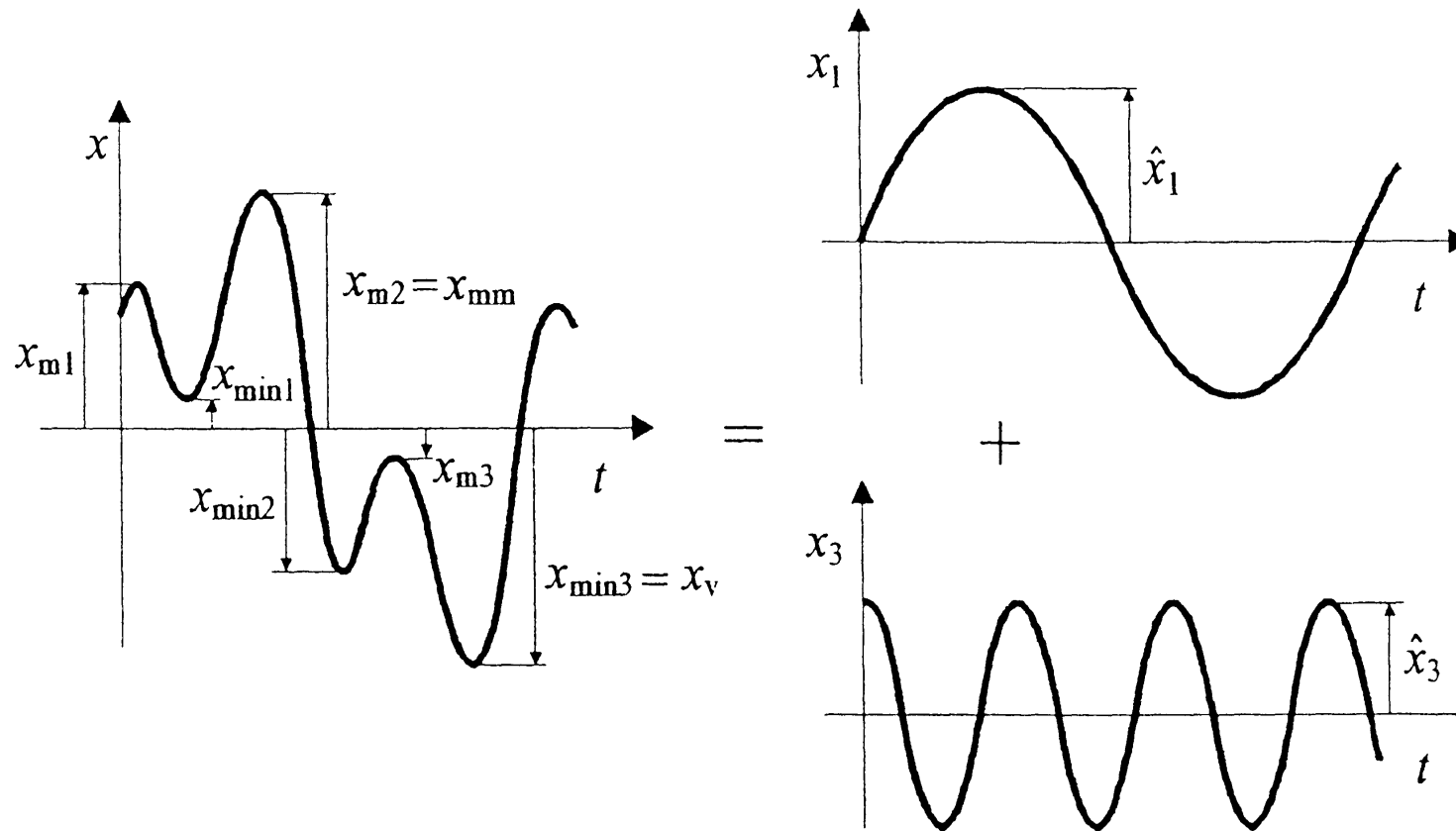
- kadar periodična veličina **nima enosmerne** komponente.

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



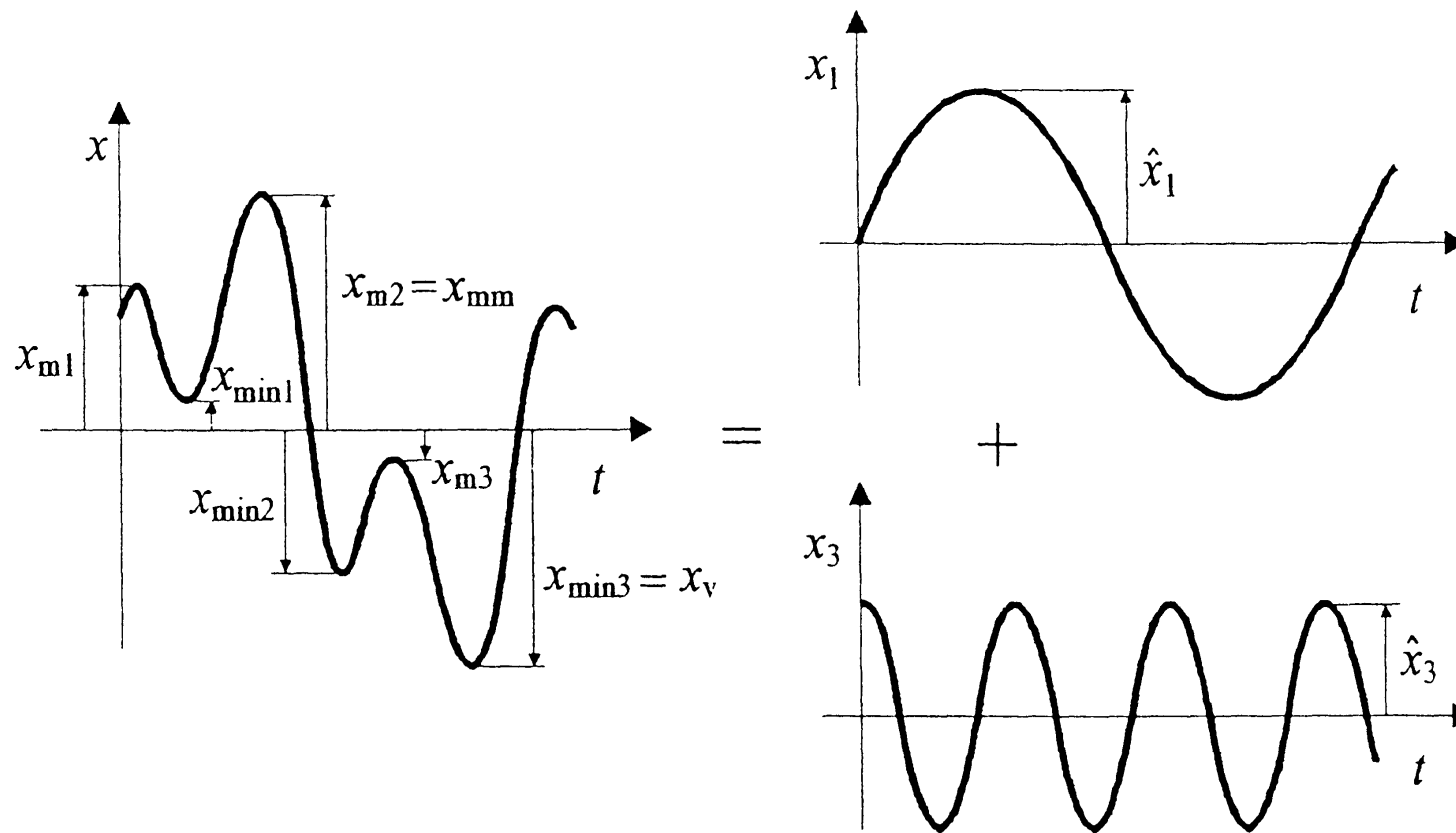
Slika 1.25 Izmenična veličina





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





- **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):

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

- 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**:

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

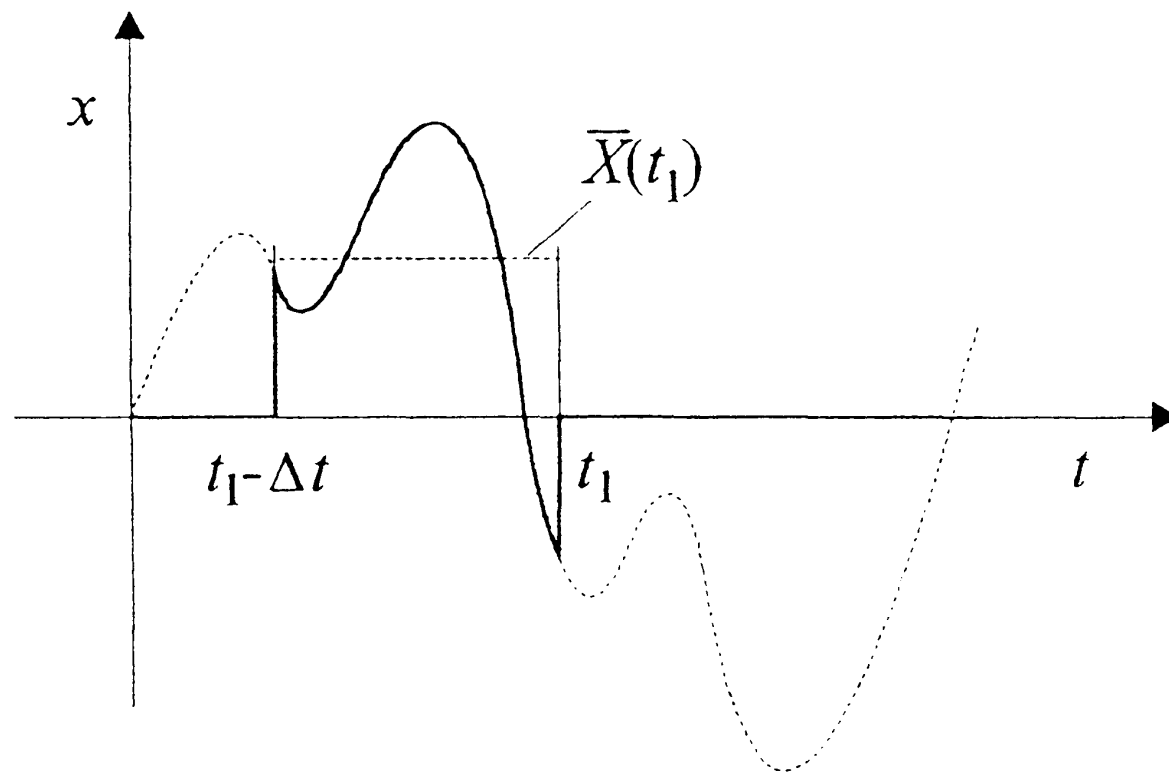
**Oblikovni** faktor nam poda razmerje efektivne in usmerjene vrednosti:  $F = \frac{X}{X_r}$  (inst. z usmerniki, ločitev izgub, ..)





**Tekoča povprečna vrednost** je odvisna od širine opazovanja

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



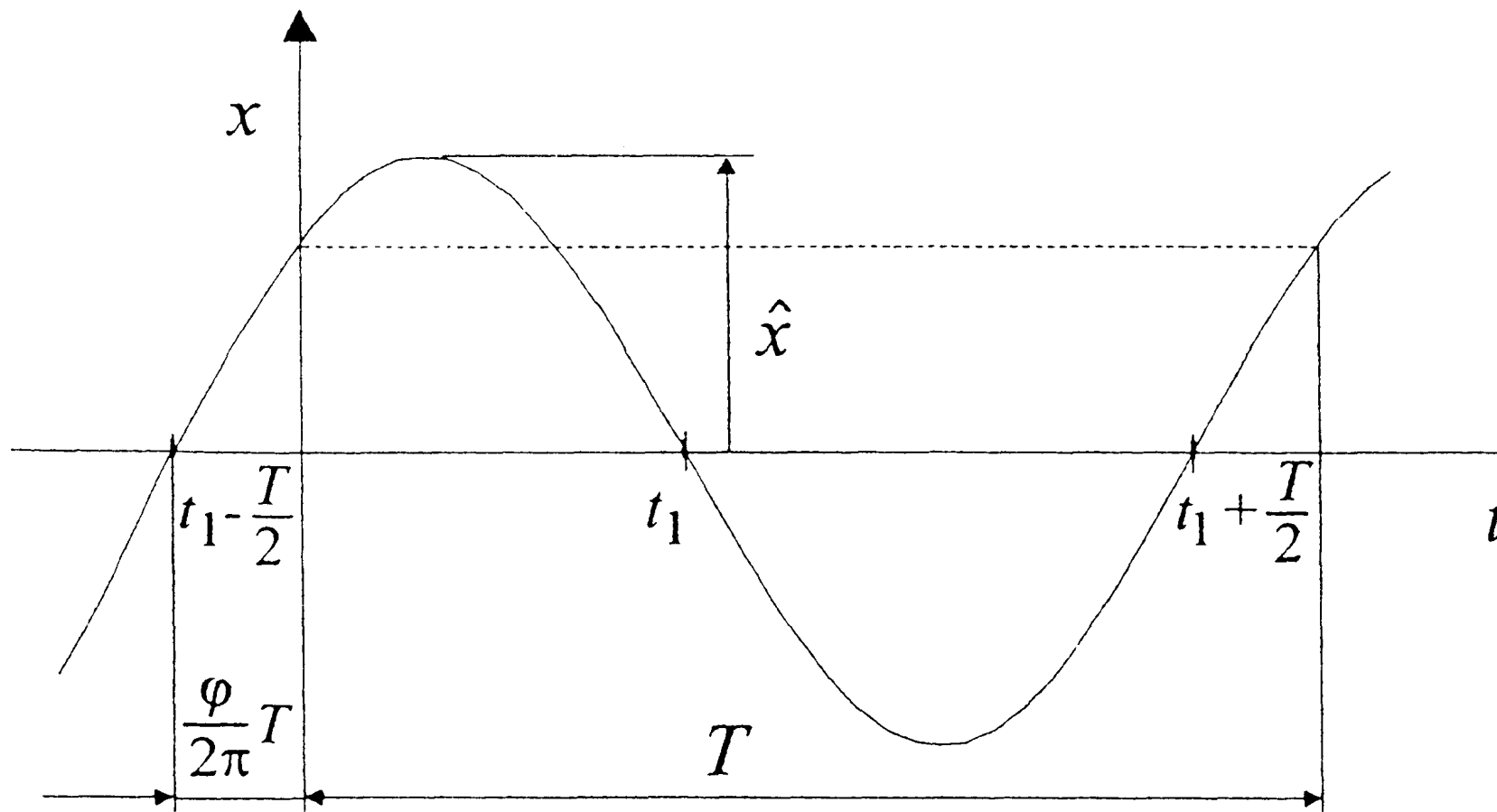
Slika 1.26 Tekoča povprečna vrednost





**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 1.27 Sinusna veličina





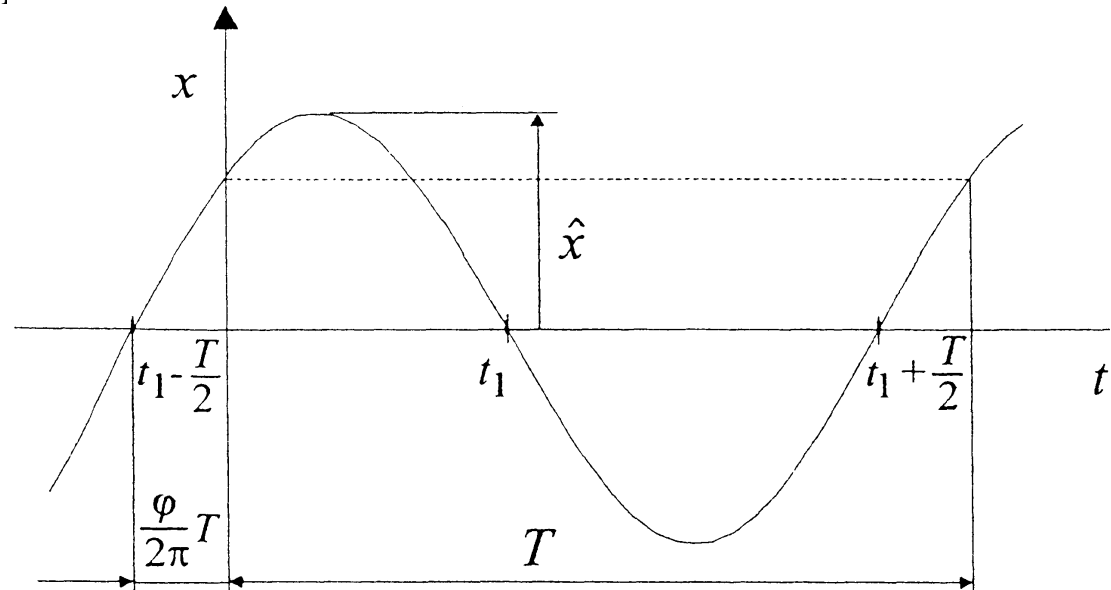
## Usmerjena vrednost sinusne veličine:

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

- 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:

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

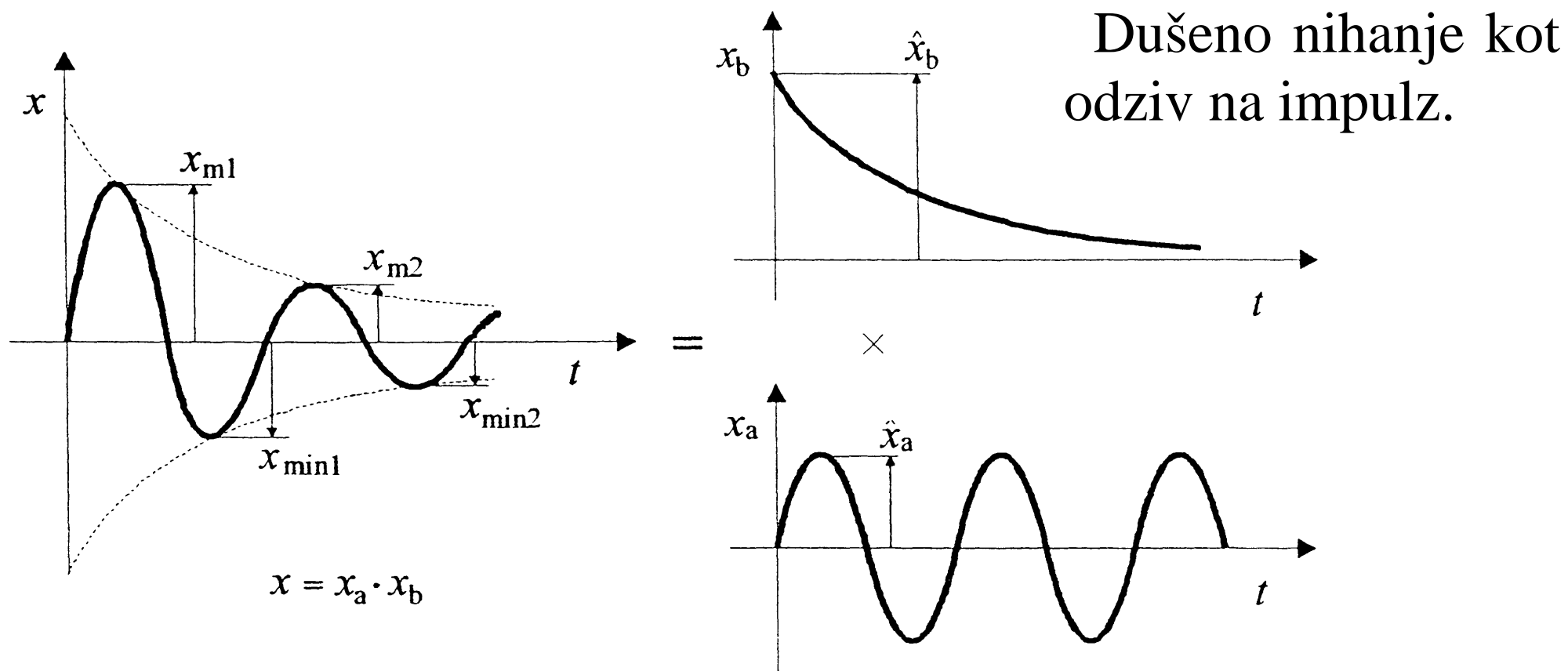
## Temenski faktor sinusne veličine:

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



## *Neperiodične veličine*

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

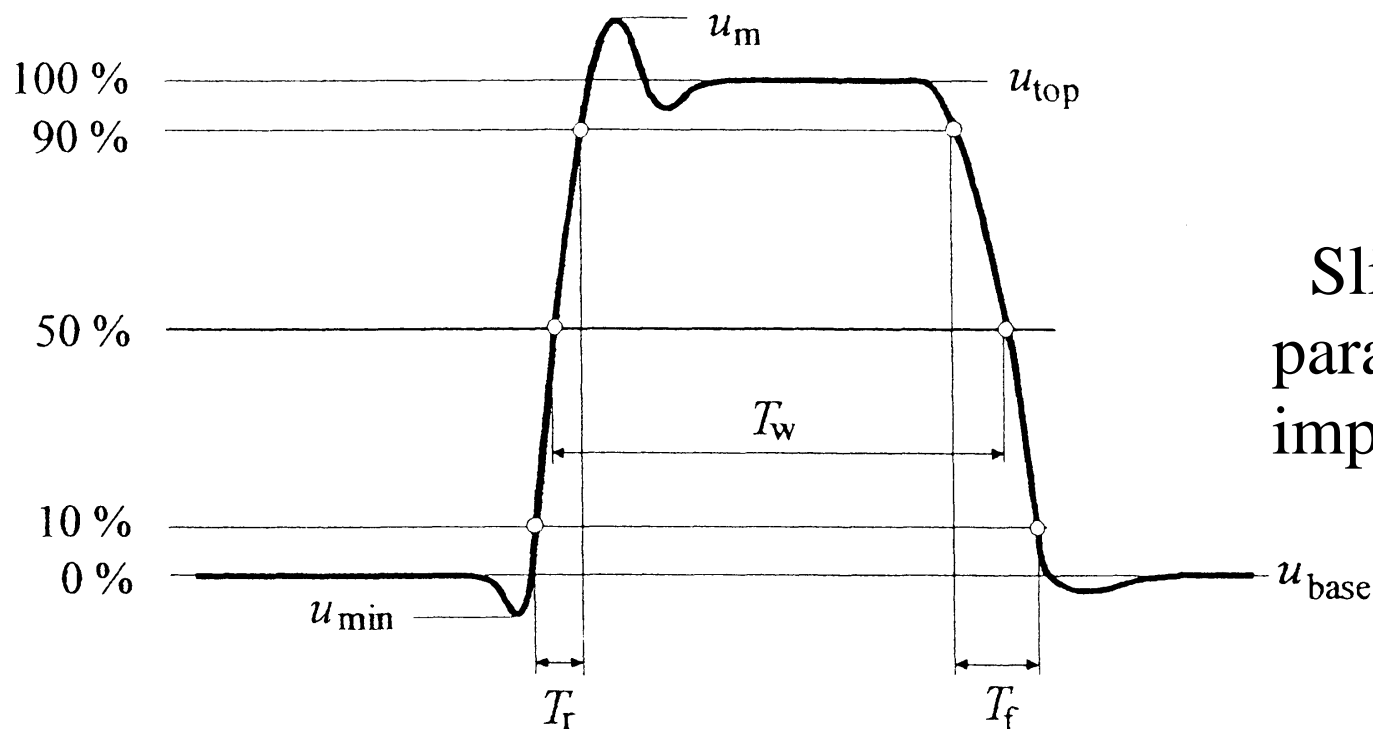


Slika 1.28 Neperiodična veličina



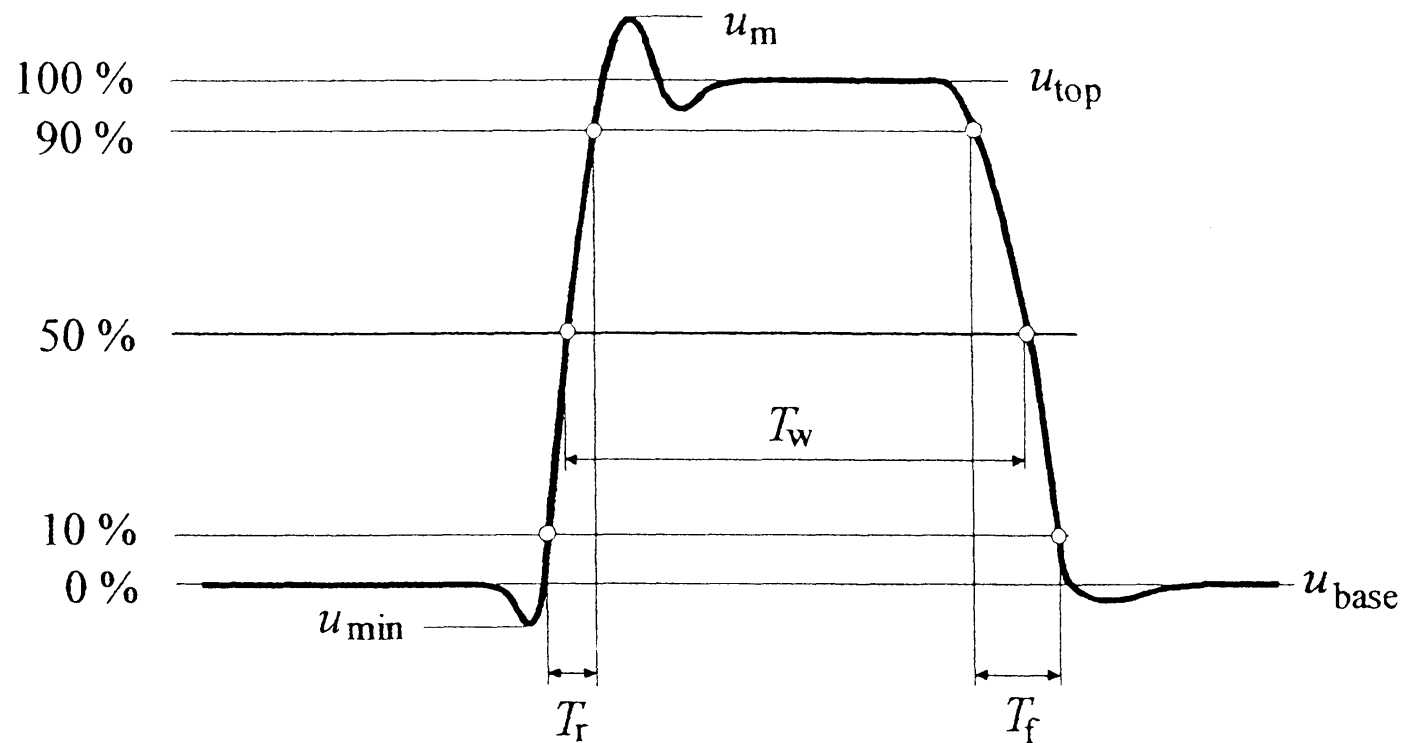
## Parametri napetostnih impulzov:

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



Slika 1.29 Nekateri parametri napetostnega impulza



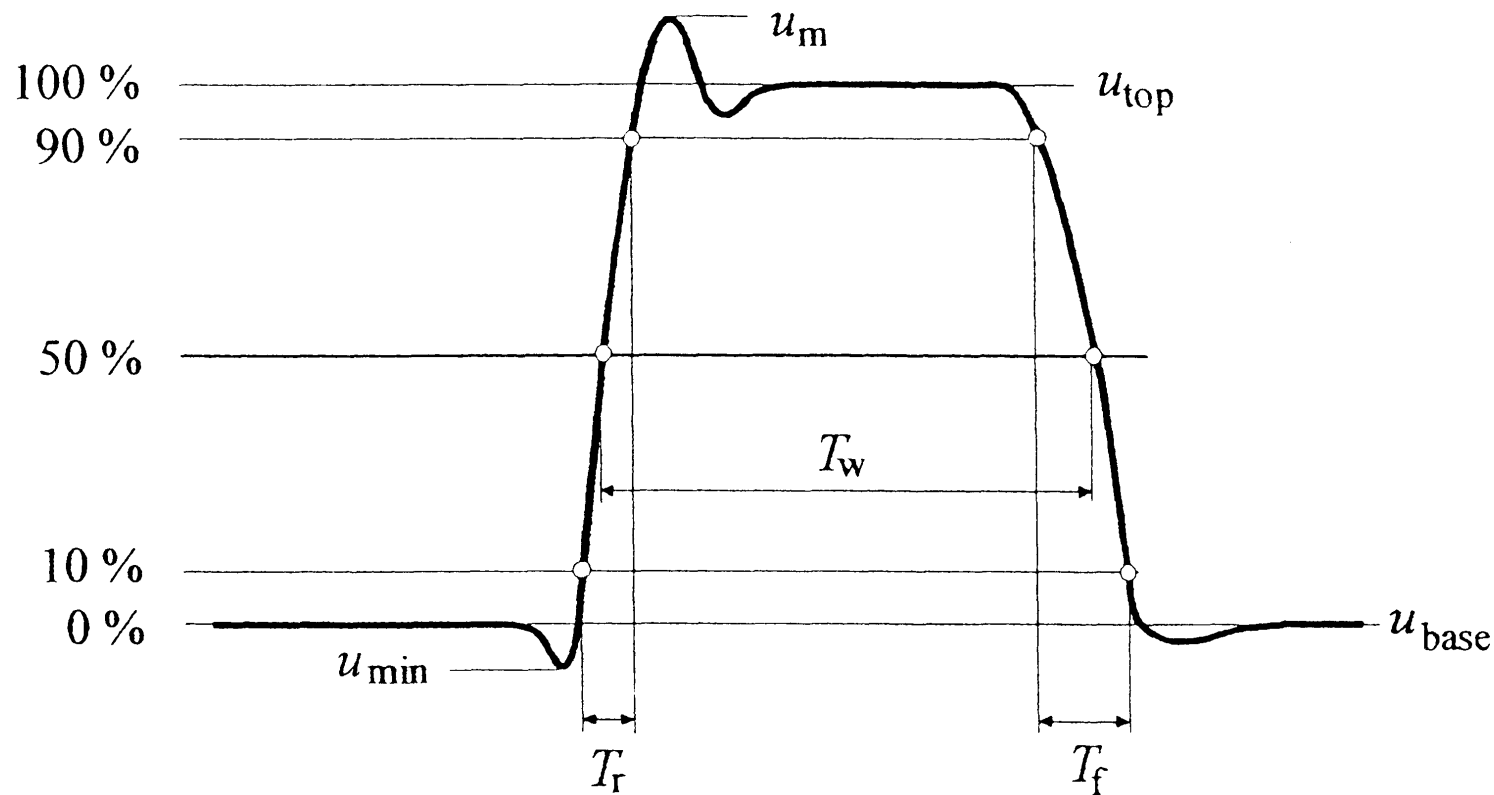


- Če ni prevladujočih vrednosti, je  $u_{base} = u_{min}$  in  $u_{top} = u_m$ .

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%).

