

4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

1. Определение:

Сигнал е всяка конкретна промяна на физична величина.

- **Електрични сигнали** - промяна на електричен ток или напрежение.

Източник на съобщение → преобразувател → модулатор → излъчват. у-во

- **Преобразуватели на физични величини** - датчици, сензори, сонди...



Микропроцесорни сензори за температура $-50^{\circ}\text{C} \dots +500^{\circ}\text{C}$ с 2 програмируеми дискретни изхода по ток и напрежение.



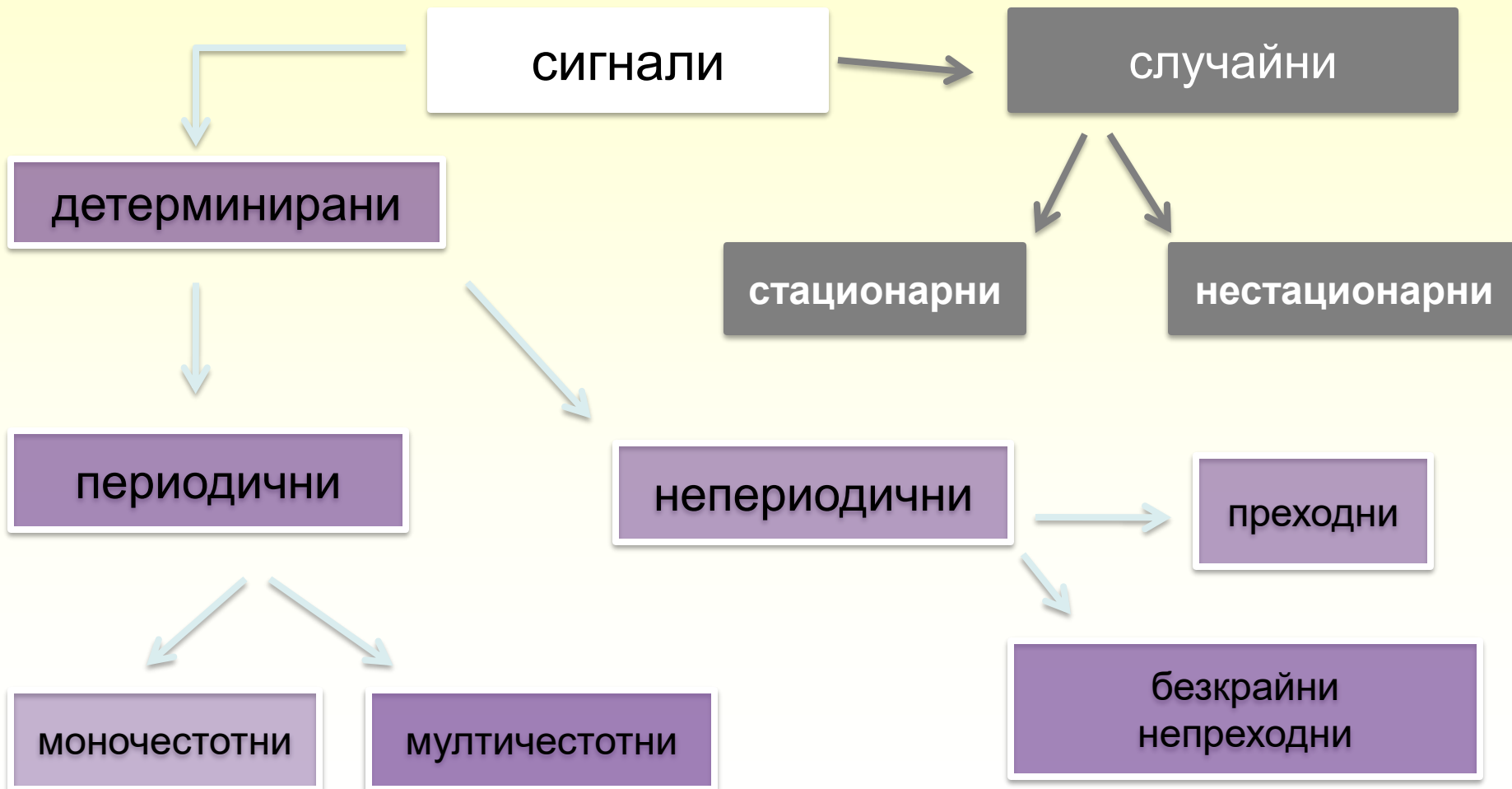
Сонди - голямо разнообразие. При датчик за кислород в автомобилите- изходен сигнал е напрежение.



Ултразвукови сензори за измерване на разстояние с изходен сигнал - ток.

4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

2. Класификация на сигналите:

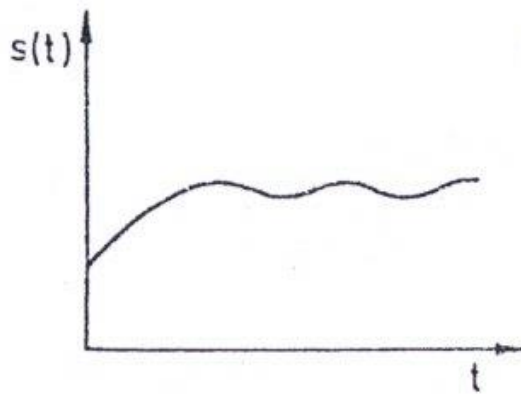


4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

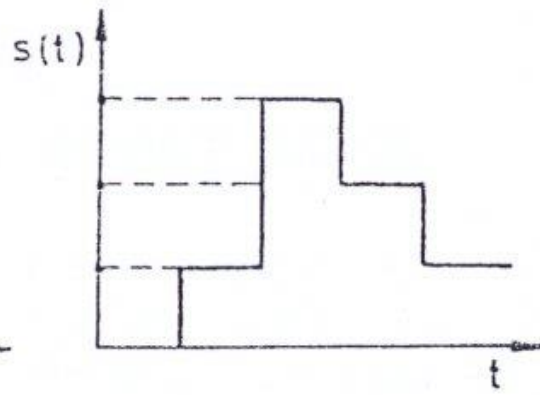
3. Видове електрични сигнали:

- според вида на съобщението - телефонни, TV, комуникационни и др.
- според зависимостта от времето - аналогови, дискретни, цифрови.

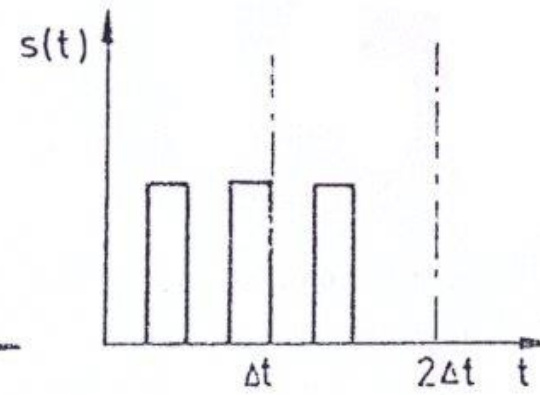
Сигналите се отбелязват с $s(t)$ а графичното представяне, при което по абцисата е нанесено времето t а по ординатата **големината** на $s(t)$ се нарича **времедиаграма**.



непрекъснат(аналогов)



дискретен



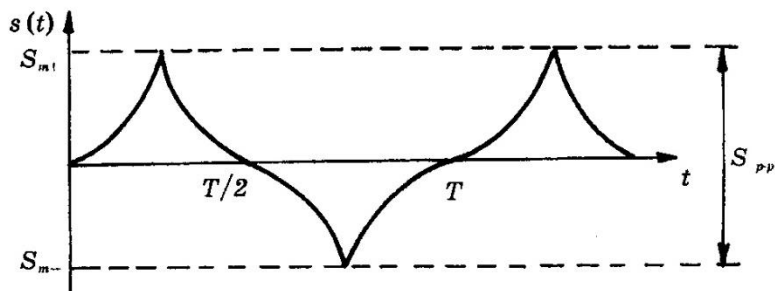
цифров

Стойността на сигнала в конкретен момент се нарича **моментна стойност**, $s(t_1)$, $s(t_2)$ и т.н .

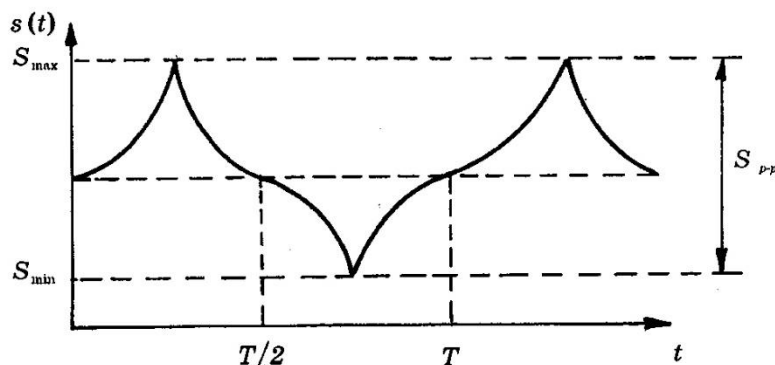
Сигнали, които могат да се нулират или имат постоянна амплитуда за краен интервал от време се наричат **дискретни**. **Цифровите** сигнали са поредица от импулси с еднаква продължителност и амплитуда посредством, които сигнала се предава в кодиран вид.

4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

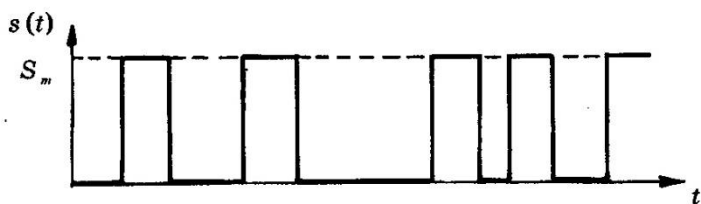
4. Детерминирани сигнали



a



b



c

Определение – сигнал, за който е известна зависимостта на големината му $s(t)$ от времето или стойността му може да бъде определена във всеки бъдещ момент с вероятност $P = 1$ (100%).

S_{m-} - **амплитуда на сигнала**- най-голямата моментна стойност на сигнала.

Сигнали с положителна S_{m+} и отрицателна S_{m-} амплитуди се наричат **двуполярни** сигнали.

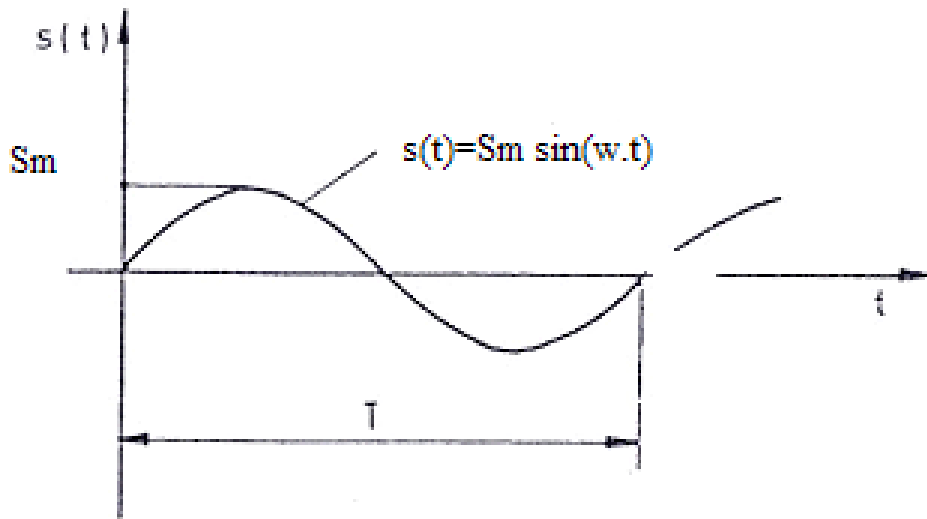
$S_{p-p} = S_{m+} + S_{m-}$ - се нарича **размах** или амплитуда от връх до връх.

Еднополярните сигнали са само положителни или само отрицателни.

4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

4а. Периодични сигнали: сигнали, които се повтарят във времето с интервал T , наречен **период на повторение** или **период**. Периода се измерва в секунди [s].

$$s(t) = s(t + n.T); \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$$



Времедиаграма на сигнала
по x- време

по y- големина на сигнала

$s(t)$ - моментна стойност

S_m - амплитуда на сигнала

$S_{p-p} = S_{m+} + |S_{m-}|$ - размах на сигнала

$$S_{m+} = -S_{m-} \rightarrow S_{p-p} = 2S_m$$

T - период на сигнала – $s, ms, \mu s, ns, ps$

$f = \frac{1}{T}$ - честота (брой трептения/s)

Hz, kHz, MHz, GHz, THz

4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

- синусоиден сигнал

$$s(t) = S_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T} \quad (\text{rad/s})$$

Ъглова честота

$$\omega t + \varphi = \Phi$$

- фаза на сигнала
в момента t

При $t = 0$ $\Phi = \varphi$

φ - начална фаза на сигнала

$$\sin(x) = \cos(\pi/2 - x)$$

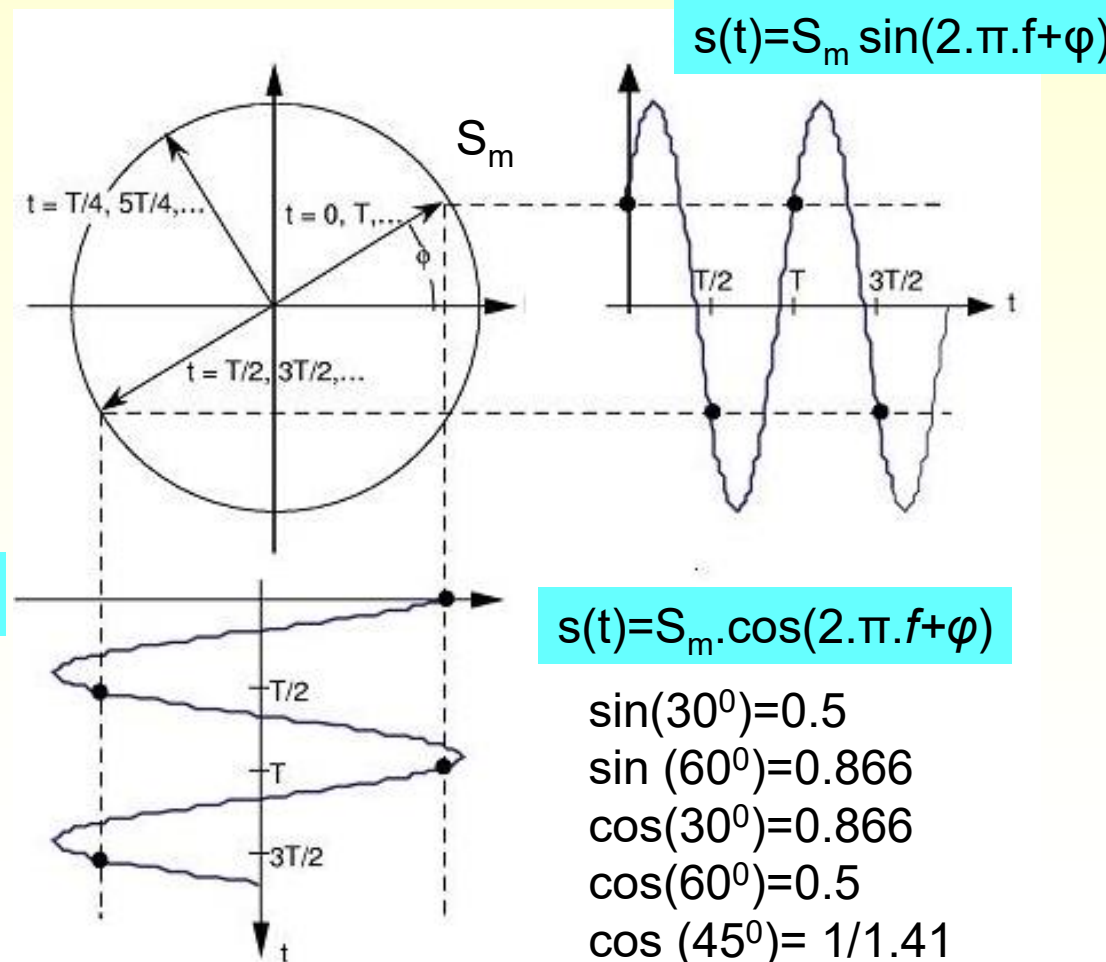
$$s(t) = S_m \cos(\pi/2 - \omega t - \varphi) =$$

$$S_m \cos(-\omega t - (\varphi - \pi/2)) =$$

$$S_m \cos(\omega t + (\varphi - \pi/2))$$

векторна диаграма на сигнала

- вектор с амплитуда S_m въртящ се **обратно** на часовниковата стрелка с честота $\omega = 2\pi \cdot f$



$$s(t) = S_m \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$

$$s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$

- $\sin(30^\circ) = 0.5$
- $\sin(60^\circ) = 0.866$
- $\cos(30^\circ) = 0.866$
- $\cos(60^\circ) = 0.5$
- $\cos(45^\circ) = 1/1.41$

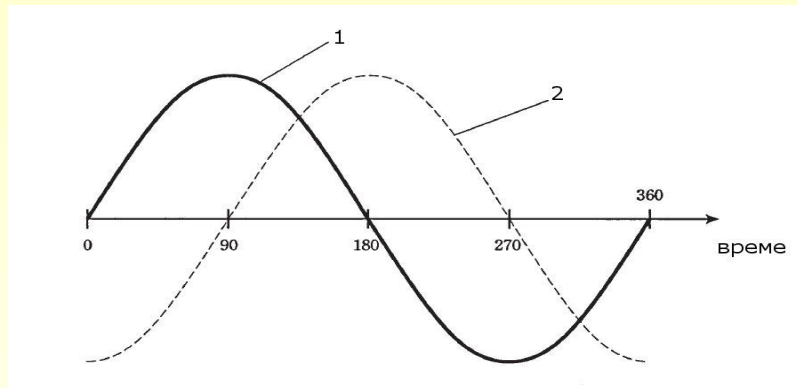
4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

Колко е големината на амплитудата на синусоиден сигнал $U_m=312\text{ V}$, след 5 ms ако честотата му е 50 Hz , а началната фаза 60 градуса?

**Сравняване на сигнали
с еднаква честота**

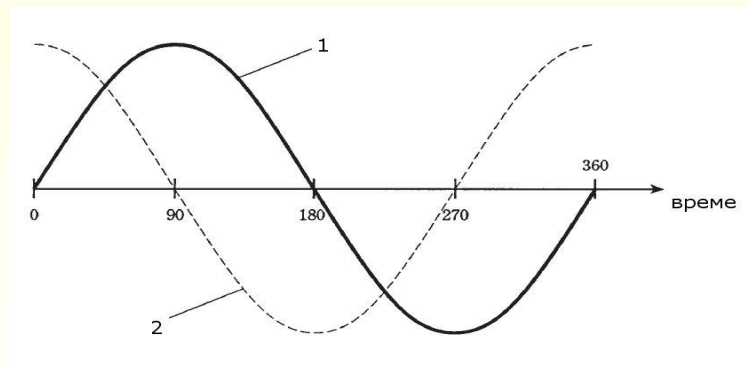
$$\varphi_1 - \varphi_2 > 0$$

(1 изпреварва 2 по фаза)



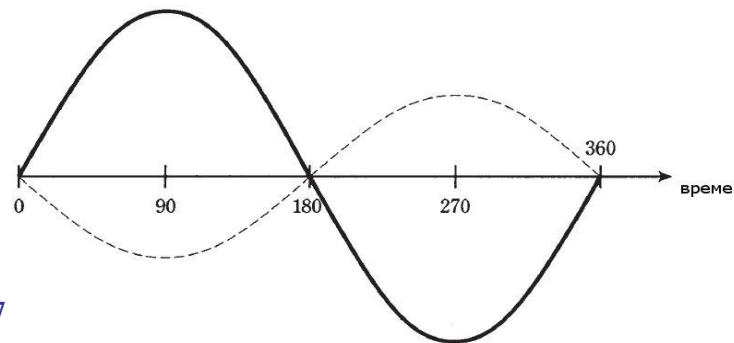
$$\varphi_1 - \varphi_2 < 0$$

(2 изпреварва 1 по фаза)



$$\varphi_1 - \varphi_2 = \pm\pi$$

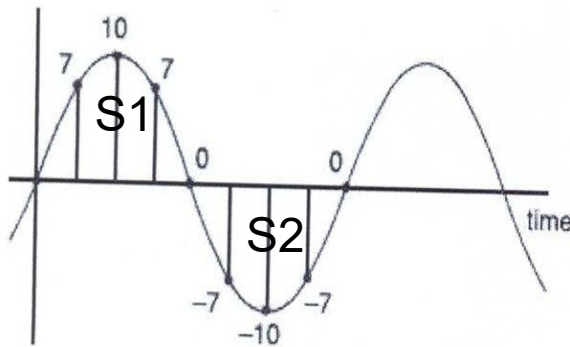
(2 и 1 са в противофаза)



4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

- **средна стойност** на простопериодичен сигнал

$$S_{AV} = \frac{1}{T} (S_1 + S_2) = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt = 0$$



- **средна мощност** P_{AV} – енергията пренасяна от сигнала за 1 период

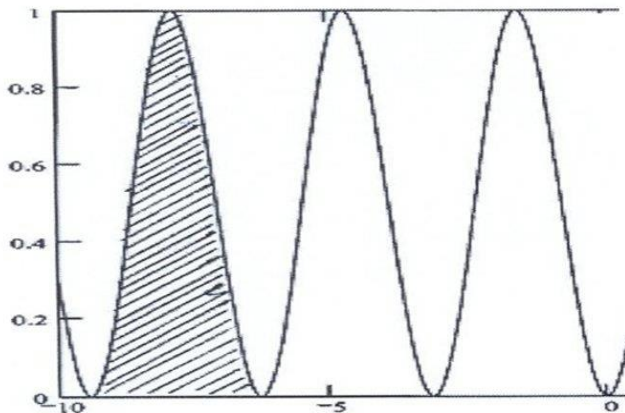
$$P = I^2 R \quad I(t) = I_m \sin(\omega t)$$

$$P_{AV} = I_m^2 \sin^2(\omega t) \cdot R \quad I_m, R - \text{const}$$

$$P_{AV} = I_m^2 \cdot R \cdot \overline{\sin^2(\omega t)}$$

$$\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t) = 1 \Rightarrow \overline{\sin^2(\omega t)} = \frac{1}{2}$$

$$P_{AV} = \frac{I_m^2 \cdot R}{2} = \frac{I_m^2}{2} R = I_{RMS}^2 \cdot R \quad I_{RMS} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$



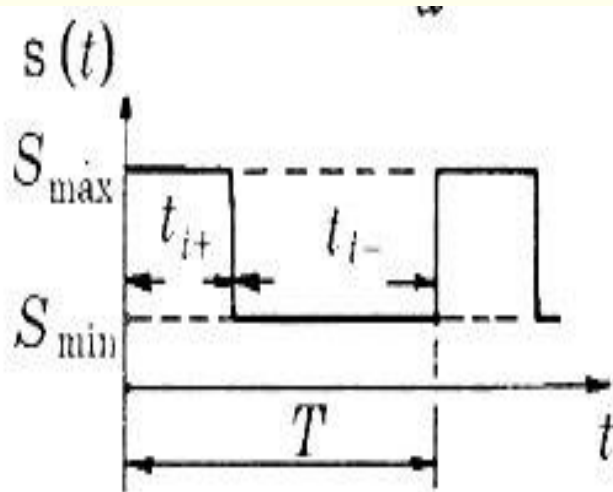
4. Сигнали: определение, класификация, основни характеристики на сигнала

Средноквадратичната стойност на периодичен сигнал (ефективна стойност) е равна на стойността на постоянен сигнал, който пренася за време T същата енергия, както периодичния сигнал.

RMS-root mean square
ефективна стойност
на синусоидни сигнали

$$I_{RMS} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; U_{RMS} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; S_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T S^2(t) dt}$$

- Правоъгълни положителни импулси



$S_{\max} = S_{m+}$ - положителен импулс с продължителност t_{i+}

$S_{\min} = S_{m-}$ - условно отрицателен импулс t_{i-}

$S_{p-p} = S_{\max} - S_{\min}$ - амплитуда на импулсите

$T = t_{i+} + t_{i-}$ - период на импулсите

$f = 1/T$ - честота на повторение на импулсите

$\delta = \frac{t_{i+}}{T}$ - коефициент на запълване