

reference → signals & systems → oppenheim

ارزیابی :

میانگین ۳۰-۳۵٪ (۲.۵ فوروس ساعت ۹ صبح)  
پایانترم ۴۵-۵۰٪  
تکلیف + کوئز

مباحث اصلی درس :

۱ (۴) تبدیلهای تقیم یافته

فصل ۹: تبدیل لاپلاس  
(رای سیگنالهای پیوسته)

فصل ۱۰: تبدیل Z  
(رای سیگنالهای گسسته)

۱) معرفی سیگنالها و بررسی خواص سیستمها

فصل ۱: معرفی سیگنالها و سیستمهای پیوسته و گسسته

فصل ۲: سیستمهای خطی تغییرپذیر با زمان (LTI)

۲) تبدیلهای فرکانسی سیگنالها

فصل ۳: سری فوری سیگنالهای متناوب

فصل ۴: تبدیل فوری سیگنالهای گسسته

فصل ۵: تبدیل فوری سیگنالهای گسسته

۳) پردازش سیگنالهای پیوسته و گسسته

فصل ۴: غایب سیگنالها و سیستم در حوزه زمان و فرکانس و فیلترها

فصل ۷: نمونه برداری

فصل ۱ : معرفی مفاهیم پایه :

سیگنال : خاصیت تغییرات یک کمیت فیزیکی بصورت تابعی از یک یا چند متغیر مستقل

\* اطلاعات سیگنال در این تغییرات نهفته است و هر چه تغییرات کمتر باشد می توان گفت اطلاعات کمتری در آن نهفته است.

(انواع سیگنالها از نظر پیوستگی :

① پیوسته در زمان (continuous time) ← سیگنال الکتریکی حاصل از لغت  
(+ پیوسته در اندازه)  $x(t)$

② گسسته در زمان (Discrete time) (+ پیوسته در اندازه) ← صرفاً در زمان بر روی یک محور  
 $x[n]$

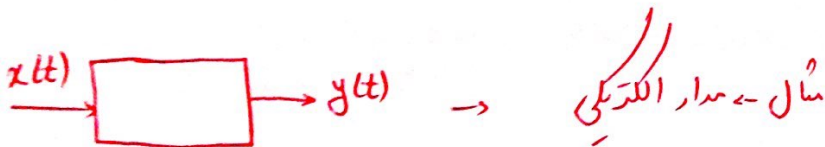
دسته بندی : گسسته زمان + گسسته اندازه



تعیین (Deterministic)

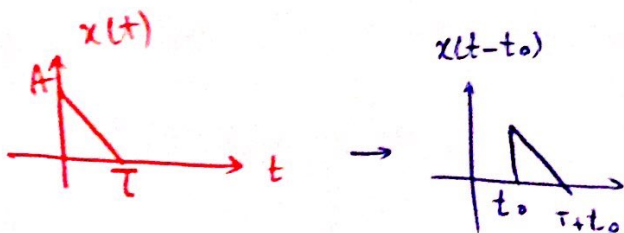
تصادف (Random)

سیستم : فرآیندی که بر روی یک سیگنال عمل کرده و آنرا به سیگنال دیگری تبدیل می کند.



تغییر متغیر مستقل یک سیگنال :

(الف) انتقال سیگنال  $t_0 > 0$



(ب) معکوس کردن زمانی

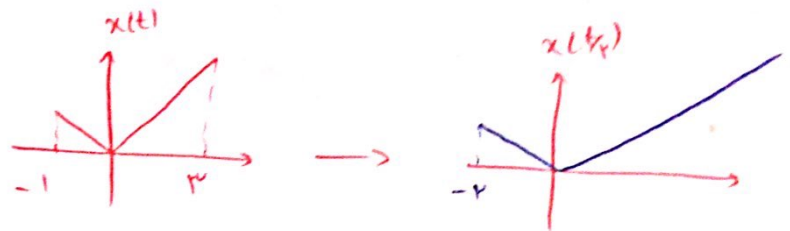
$$x(t) \rightarrow x(-t)$$



(ج) انبساط یا انقباض سیگنال در حوزه زمان  
compress stretch

$$x(t) \rightarrow x(at)$$

$$|a| < 1 \rightarrow \text{منقبض شده‌ی } x(t)$$

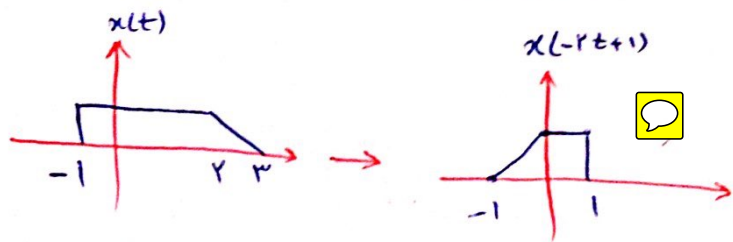


$$|a| > 1 \rightarrow \text{متبسط شده‌ی } x(t)$$

$$x(t) \rightarrow x(at+b) = z(t)$$

$$y(t) = x(at)$$

$$z(t) = y\left(t + \frac{b}{a}\right)$$



سیگنال متناوب:

← سیگنال  $x(t)$  متناوب گویند اگر یک عدد مثبت  $T$  یافت شود بطوریکه:  $x(t+T) = x(t)$

پریود اصلی (دوره‌ی متناوب اصلی) کوچکترین مقدار مثبت  $T$  که به ازای آن  $x(t+T) = x(t) \quad \forall t$

← متناوب با دوره‌ی متناوب  $N \in \mathbb{Z}$   $x[n]$

$$x[n+N] = x[n] \quad \forall n$$


دوره‌ی متناوب اصلی  $N$  کوچکترین عدد صحیح مثبت که بطوریکه

$$x[n+N] = x[n] \quad \forall n$$



سیگنال زوج و فرد :

even زوج  $x(-t) = x(t) \quad \forall t$   
 $x[-n] = x[n] \quad \forall n$   $f(x) = x^2$

odd فرد  $x(-t) = -x(t)$   
 $x[-n] = -x[n]$    $\rightarrow$  در صورت مقدار منفی را داراست!

عکسهای زوج و فرد یک سیگنال :

$$E\{x(t)\} \triangleq x_e(t) \triangleq \frac{x(t) + x(-t)}{2}$$

$$x(t) = E\{x(t)\} + \text{odd}\{x(t)\}$$

$$\text{odd}\{x(t)\} = x_o(t) \triangleq \frac{x(t) - x(-t)}{2}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} x_e^2(t) dt + \int_{-\infty}^{\infty} x_o^2(t) dt \quad \square$$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} x^2[n] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_e^2[n] + \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_o^2[n]$$

کل انرژی سیگنال  $x(t)$   $E_{\infty} \triangleq \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$  توان انرژی سیگنال :

توان متوسط سیگنال  $P_{av}$   $P_{\infty} \triangleq \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt$

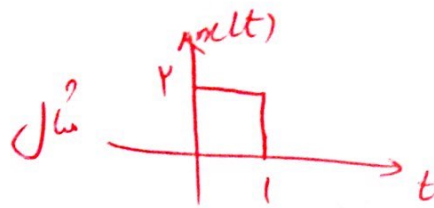
بطوریکه

$$E_{\infty} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=-N}^N |x[n]|^2$$

$$P_{\infty} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N |x[n]|^2$$

دسته بندی سیگنال براسس توان و انرژی:

(۱) سیگنال انرژی  $0 < E_{\infty} < \infty$   $P_{\infty} = 0$



(۲) سیگنال توان  $0 < P_{\infty} < \infty$

$E_{\infty} \rightarrow \infty$

مثال  $x[n] = 4$

$\rightarrow P_{\infty} = 14$

$E_{\infty} \rightarrow \infty$

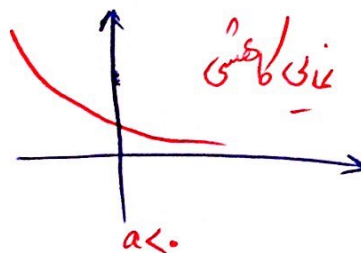
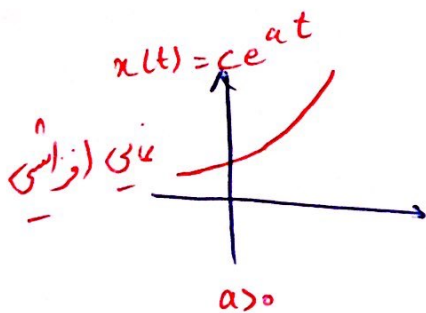
مثال:  $x(t) = e^{-a}t$

$-\infty < t < +\infty$

$\downarrow$   
 $E \rightarrow \infty$   
 $P \rightarrow \infty$   $\rightarrow$  نه انرژی و نه توان

بررسی چند سیگنال پایه مهم: (پولت)

(۱) سیگنال نمایی:



(۲) نمایی متناوب:

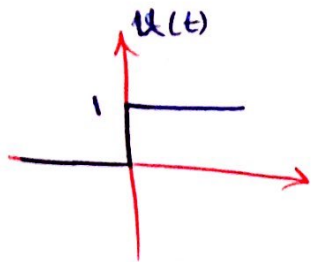
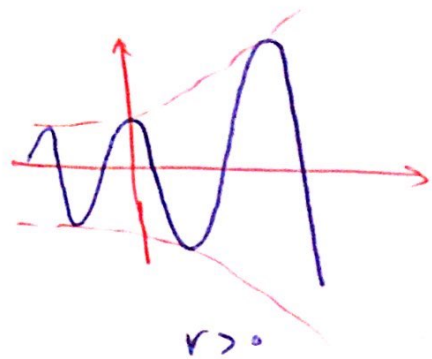
$x(t) = e^{j\omega t} \rightarrow x(t + T_0) = x(t)$

$e^{j\omega(t+T_0)} = e^{j\omega t} \Rightarrow e^{j\omega T_0} = 1 \Rightarrow \omega T_0 = 2K\pi \Leftarrow \omega \neq 0$

برورد اصلی  $T_0 = \frac{2\pi}{|\omega_0|}$

$$x(t) = |c|e^{rt} e^{j(\omega_0 t + \phi)}$$

$$x(t) = ce^{at} \begin{cases} c = |c|e^{j\phi} \\ a = r + j\omega_0 \end{cases}$$

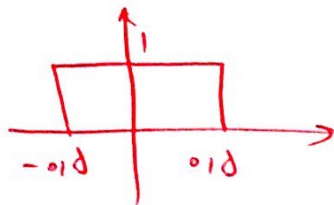
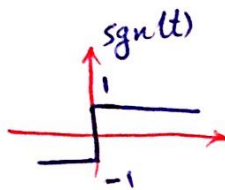


$$u(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

(K) : ٢

$$sgn(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ -1 & t < 0 \end{cases}$$

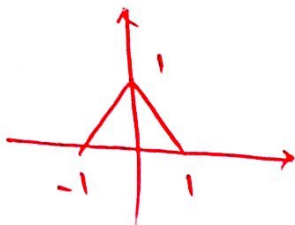
||  
2u(t)-1



(٥) تابع ریبی (مستطیل)

$$rect(t) = \Pi(t)$$

$$rect(t) = \begin{cases} 1 & -0.5 < t < 0.5 \\ 0 & \text{o.w} \end{cases}$$



$$\Lambda(t) = tri(t)$$

$$\begin{cases} 1-|t| & |t| \leq 1 \\ 0 & \# \end{cases}$$