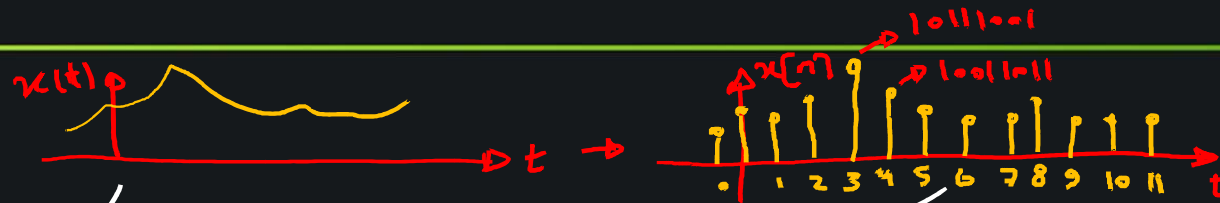




دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شاهرود- موضوع نمونه برداری از سیگنالهای پیوسته زمان



نمونه برداری سیگنالهای پیوسته زمان

دخیره سازی سیگنالهای پیوسته زمان نیاز به محیطهای مغناطیسی مثل کاست های صوتی و ویدیویی دارد. (حجم ذخیره سازی کمود- فنکشن شدن اطلاعات را نور و گرما)

سیستم های پیوسته زمان بصورت مدارهای الکتریکی آنالوگ نیاز به طراحی پیاده سازی، تست و در صورت برآورده نکردن نیاز به طراحی مجدد پیاده سازی مجدد و لذا صرف هزینه زیاد دارد.

نیاز به پیاده سازی سیستم های پیوسته زمان

حجم ذخیره سازی اطلاعات بسیار بالا و اطلاعات برای مدت طولانی باقی ماندن

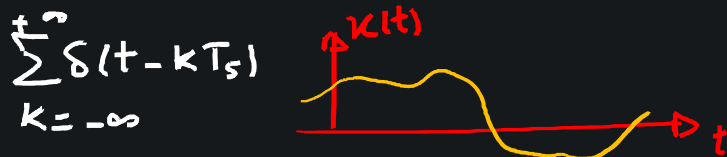
برای پیاده سازی نیاز به سیستم دیجیتال (ریزپردازنده) باشد که با تغییر نرم افزار سیستم تغییراتی در سخت افزار ندارد

نیاز به پیاده سازی سیستم های گسسته زمان



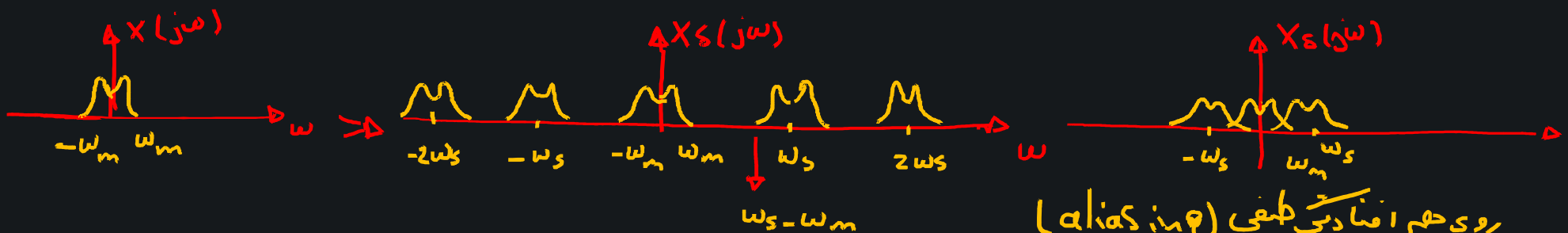
نمونه برداری ایده‌آل: سیگنال  $x(t)$  را با یک پالس‌های پهنای صفر ضرب می‌کنیم داریم:

$$x(t) \rightarrow \left( \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT_s) \right) \rightarrow x_s(t) = x(t) \cdot \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT_s)$$



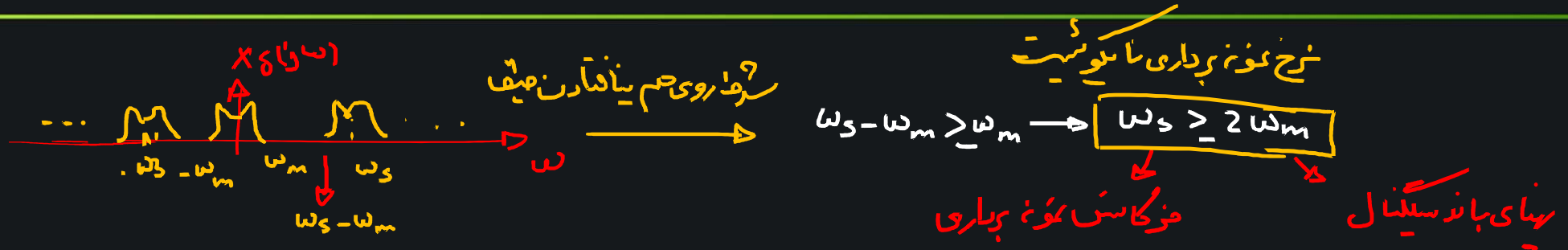
$$X_s(j\omega) = \frac{1}{2\pi} \left( X(j\omega) * \frac{2\pi}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(\omega - \frac{2\pi}{T_s} k) \right)$$

$$X_s(j\omega) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(j(\omega - k\omega_s)) \quad \text{و} \quad \omega_s = \frac{2\pi}{T_s}$$





دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شاهرود- موضوع نمونه برداری از سیگنالهای پیوسته زمان



**مثال:** برای نمونه برداری از سیگنال موسیقی با رینای باند  $15\text{kHz}$  حداقل فرکانس نمونه برداری چیست؟ ما مدام هر دو نمونه متوالی هم قدر برابر با هم

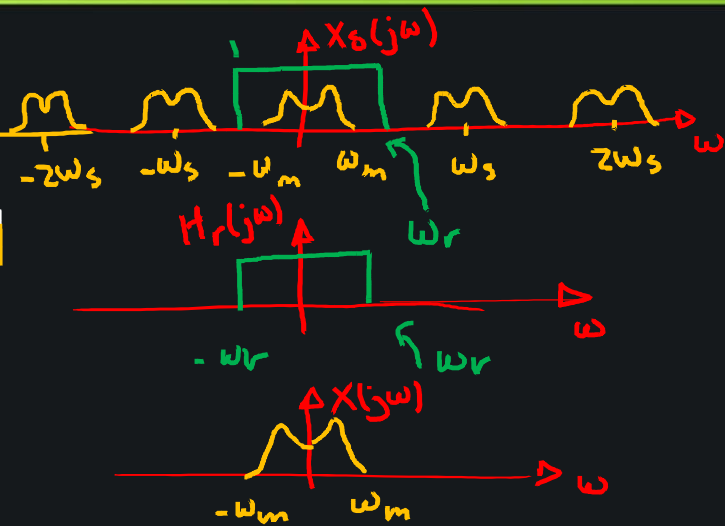
$$\omega_s \geq 2\omega_m \rightarrow \omega_s \geq 2 \times 2\pi \times 15 \times 10^3 \rightarrow f_s \geq 30 \times 10^3 \text{ Hz} = 30\text{kHz} \rightarrow T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{30\text{kHz}} = 3.3\mu\text{sec}$$

**مثال:** برای نمونه برداری از سیگنال ویدئو با رینای باند  $4\text{MHz}$  حداقل فرکانس نمونه برداری چیست؟ ما مدام نمونه ها هم اکثر حیدر می تواند باشد؟

$$\omega_s \geq 2 \times 2\pi \times 4 \times 10^6 \rightarrow f_s \geq 8 \times 10^6 \text{ Hz} = 8\text{MHz} \rightarrow T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{8\text{MHz}} = 0.125\mu\text{sec}$$



دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شاهرود- موضوع نمونه برداری از سیگنالهای پیوسته زمان



$$h_r(t) = \frac{\sin(\frac{\omega_s}{2} t)}{\pi t}$$

بازسازی سیگنال نمونه برداری شده به سیگنال پیوسته اولیه:

$$H_r(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| < \frac{\omega_s}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

فیلتر بازسازی

فرآیند بازسازی سیگنال اولیه

$$X(\omega) = X_s(\omega) \cdot H_r(\omega)$$

$$\downarrow$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} (x_s(t) * h_r(t)) = \frac{1}{2\pi} \left( \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x(kT_s) \delta(t - kT_s) * h_r(t) \right)$$

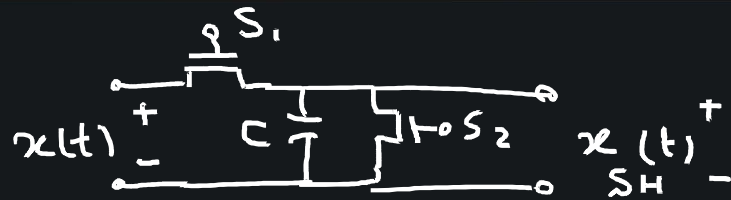
$$\downarrow$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \left( \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x(kT_s) \cdot \frac{\sin(\frac{\omega_s}{2} (t - kT_s))}{\pi (t - kT_s)} \right)$$



دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شاهرود- موضوع نمونه برداری از سیگنالهای پیوسته زمان

نمونه برداری واقعی: (sample & hold)



$$x_{SH}(t) = x_s(t) * h_{SH}(t)$$

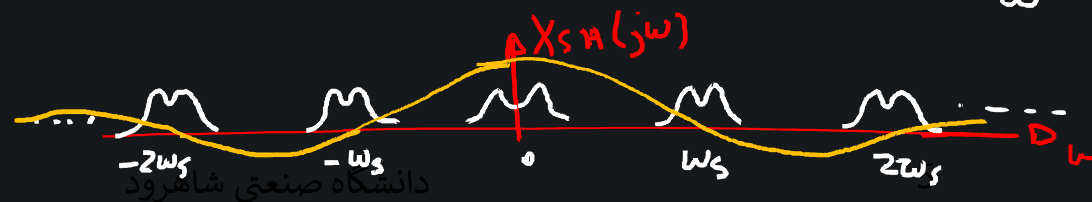
↓                      ↓                      ↓  
پاسخ نمونه بردار      خروجی نمونه بردار      خروجی نمونه بردار S & H



ایستادگی

$$x_{SH}(t) = (x(t) * \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT_s)) * h_{SH}(t)$$

$$X_{SH}(j\omega) = \left[ \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(j(\omega - k\omega_s)) \right] \cdot \frac{2\sin(\frac{T_s}{2}\omega)}{\omega} e^{-j\omega T_s/2}$$

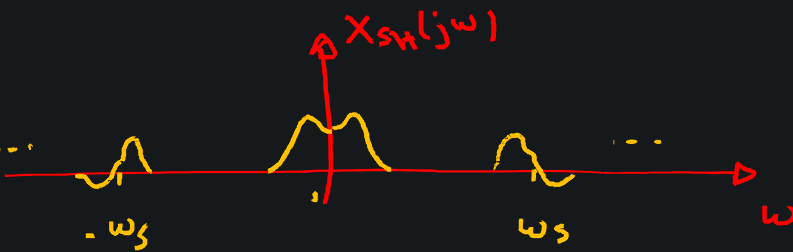


دانشگاه صنعتی شاهرود

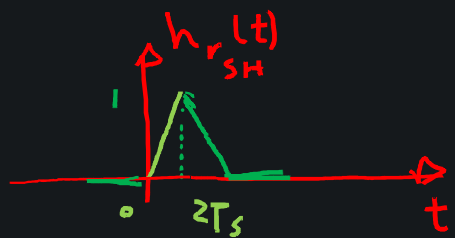


دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شاهرود- موضوع نمونه برداری از سیگنالهای پیوسته زمان

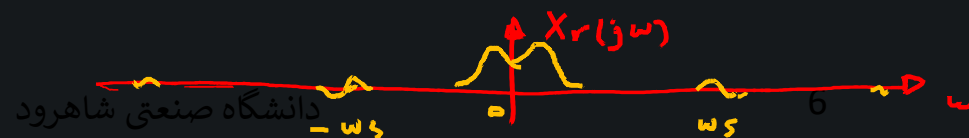
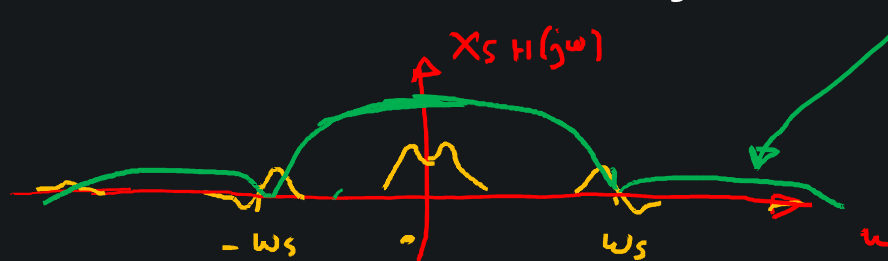
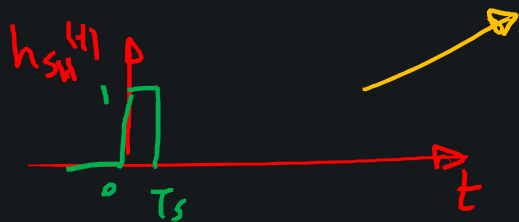
بازسازی سیگنال اولیه از روی نمونه برداری:



$$X_r(j\omega) = X_{SH}(j\omega) \cdot H_{r_{SH}}(j\omega)$$



$$h_{r_{SH}} = \frac{1}{T_s} h_{SH}(t) * h_{SH}(t) \rightarrow H_{r_{SH}}(j\omega) = \frac{1}{T_s} \left( \frac{2 \sin \frac{T_s \omega}{2}}{\omega} \right)^2 e^{-j\omega T_s}$$



دانشگاه صنعتی شاهرود