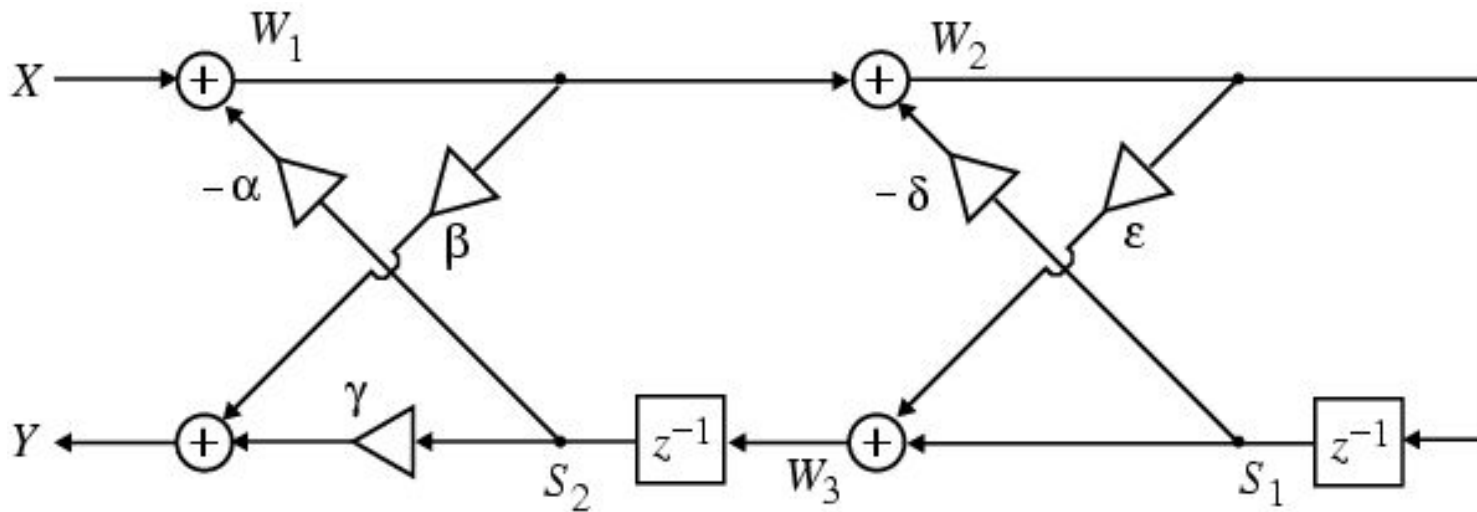

CHƯƠNG 7

Thiết kế các bộ lọc số

Phân tích cấu trúc khối

- Phân tích cấu trúc tìm Hàm truyền



Phân tích cấu trúc khối (tiếp)

- Các tín hiệu ra tại các điểm trung gian là

$$W_1 = X - \alpha S_2$$

$$W_2 = W_1 - \delta S_1$$

$$W_3 = S_1 + \varepsilon W_2$$

$$Y = \beta W_1 + \gamma S_2$$

- Từ hình vẽ chúng ta có

$$S_2 = z^{-1}W_3$$

$$S_1 = z^{-1}W_2$$

Phân tích cấu trúc khối (tiếp)

- Thay thế 2 biểu thức dưới vào 4 biểu thức trên ta có

$$W_1 = X - \alpha z^{-1}W_3$$

$$W_2 = W_1 - \delta z^{-1}W_2$$

$$W_3 = z^{-1}W_2 + \varepsilon W_2$$

$$Y = \beta W_1 + \gamma z^{-1}W_3$$

- Từ biểu thức thứ 2 ta có $W_2 = W_1 / (1 + \delta z^{-1})$
Và từ biểu thức thứ 3 $W_3 = (\varepsilon + z^{-1})W_2$

Phân tích cấu trúc khối (tiếp)

- Kết hợp 2 biểu thức

$$W_3 = \frac{\varepsilon + z^{-1}}{1 + \delta z^{-1}} W_1$$

- Thay thế biểu thức trên vào

$$W_1 = X - \alpha z^{-1} W_3, \quad Y = \beta W_1 + \gamma z^{-1} W_3$$

- Thu được

$$H(z) = \frac{Y}{X} = \frac{\beta + (\beta\delta + \gamma\varepsilon)z^{-1} + \gamma z^{-2}}{1 + (\delta + \alpha\varepsilon)z^{-1} + \alpha z^{-2}}$$

Thiết kế bộ lọc FIR

- Một bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn với hàm hệ thống có dạng:

$$H(z) = b_0 + b_1 z^{-1} + \cdots + b_{M-1} z^{1-M} = \sum_{n=0}^{M-1} b_n z^{-n}$$

- Như vậy đáp ứng xung $h(n)$ là

$$h(n) = \begin{cases} b_n & 0 \leq n \leq M-1 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Thiết kế bộ lọc FIR (tiếp)

- Phương trình sai phân là

$$y(n) = b_0x(n) + b_1x(n-1) + \cdots + b_{M-1}x(n-M+1)$$

- Bậc của bộ lọc là $M-1$, trong khi chiều dài của bộ lọc là M
- Thi hành bằng Matlab
Hàm: $y = \text{filter}(b, 1, x)$

Hàm fir1

- Bộ lọc FIR bằng phương pháp cửa sổ
 - $b = \text{fir1}(n, Wn)$
 - $b = \text{fir1}(n, Wn, 'ftype')$
 - $b = \text{fir1}(n, Wn, window)$
 - $b = \text{fir1}(n, Wn, 'ftype', window)$
 - $b = \text{fir1}(\dots, 'normalization')$
-

$$b = \text{fir1}(n, Wn)$$

- Lọc thông thấp, $b = \text{fir1}(n, Wn, 'low')$
 - n : bậc của bộ lọc
 - Wn : tần số cắt có giá trị $0 < Wn < 1.0$ với 1.0 tương ứng với $\frac{1}{2}$ tần số lấy mẫu
 - b có giá trị thực và pha tuyến tính, lọc tại tần số Wn đạt -6 dB
 - $b = \text{fir1}(N, Wn, 'high')$
-

$b = \text{fir1}(n, Wn)$ với $Wn = [W1 \ W2]$

- thiết kế bộ lọc giải thông
 - $Wn = [W1 \ W2]$, $W1 < W < W2$
 - tương tự như $b = \text{fir1}(n, Wn, 'bandpass')$
 - Lọc giải chắn: $b = \text{fir1}(n, Wn, 'stop')$
-

$$b = \text{fir1}(n, Wn, \text{WIN})$$

- Thiết kế bộ lọc với các hàm cửa sổ
 - $b = \text{fir1}(n, Wn, \text{kaiser}(N+1, 4))$ dùng cửa sổ Kaiser với $\beta=4$.
 - $b = \text{fir1}(n, Wn, \text{'high'}, \text{chebwin}(N+1, R))$
-

Thiết kế bộ lọc IIR

- Tổng hợp bộ lọc số IIR trên cơ sở bộ lọc tương tự,
 - Tổng hợp bộ lọc tương tự
 - Dùng các phương pháp chuyển đổi tương đương một cách gần đúng từ bộ lọc tương tự sang bộ số.
-

Bộ lọc số đáp ứng xung vô hạn (IIR)

$$y(n) = p_0x(n) + p_1x(n-1) + \dots + p_{M_1}x(n-M_1) \\ - d_1y(n-1) - d_2y(n-2) - \dots - d_{M_2}y(n-M_2)$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{m=0}^{M_1} p_m z^{-m}}{\sum_{m=0}^{M_2} d_m z^{-m}}$$

Bộ lọc số đáp ứng xung vô hạn

- Các kỹ thuật cơ bản được gọi là các phép biến đổi lọc A/D.
- Các bảng AFD chỉ dùng cho các bộ lọc *thông thấp*. Trong khi ta cần thiết kế các bộ lọc chọn tần khác (thông cao, thông dải, chắn dải, v.v...)
- Cần áp dụng các phép biến đổi băng tần đối với các bộ lọc thông thấp. Các phép biến đổi này cũng được gọi là *ánh xạ* giá trị-phức, và chúng cũng có sẵn trong thư viện.

Cách tiếp cận Matlab

Thiết kế bộ lọc tuần tự

↓

Chuyển đổi hệ số bộ lọc
từ analog sang bộ lọc kỹ thuật số
 $s \rightarrow z$

Thiết kế bộ lọc tương tự

- Các kỹ thuật thiết kế lọc IIR dựa trên bộ lọc *analog* đã có để thu được các bộ lọc số. Chúng ta thiết kế các bộ lọc *analog* nay theo các bộ lọc *điện hình*.
 - Ba kiểu được sử dụng rộng rãi trong thực tế
 - Thông thấp Butterworth
 - Thông thấp Chebyshev (Kiểu I và II)
 - Thông thấp Elliptic
-

Hàm `afd_chb1`

- Để thiết kế một bộ lọc analog chuẩn hoá: Chebyshev-1
- **`[b,a] = afd_chb1(Wp,Ws,Rp,As)`**
- b = các hệ số đa thức tử số của $H_a(s)$
- a = các hệ số đa thức mẫu số của $H_a(s)$
- W_p : tần số cắt dải thông theo đơn vị rad/sec; $W_p > 0$
- W_s : tần số cắt dải chặn theo đơn vị rad/sec; $W_s > W_p > 0$
- R_p : độ gợn dải thông theo đơn vị dB; ($R_p > 0$)
- A_s : độ suy giảm dải chặn theo đơn vị +dB; ($A_p > 0$)

Chuyển đổi hệ số bộ lọc từ analog sang bộ lọc kỹ thuật số $s \rightarrow z$

- Biến đổi song tuyến tính
- Ánh xạ này là phương pháp biến đổi *tốt nhất*.

$$s = \frac{2}{T} \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \Rightarrow z = \frac{1 + sT/2}{1 - sT/2}$$

$$\frac{T}{2} sz + \frac{T}{2} s - z + 1 = 0$$

- Linear fractional transformation

Ảnh xạ mặt phẳng-phức trong biến đổi song tuyến tính

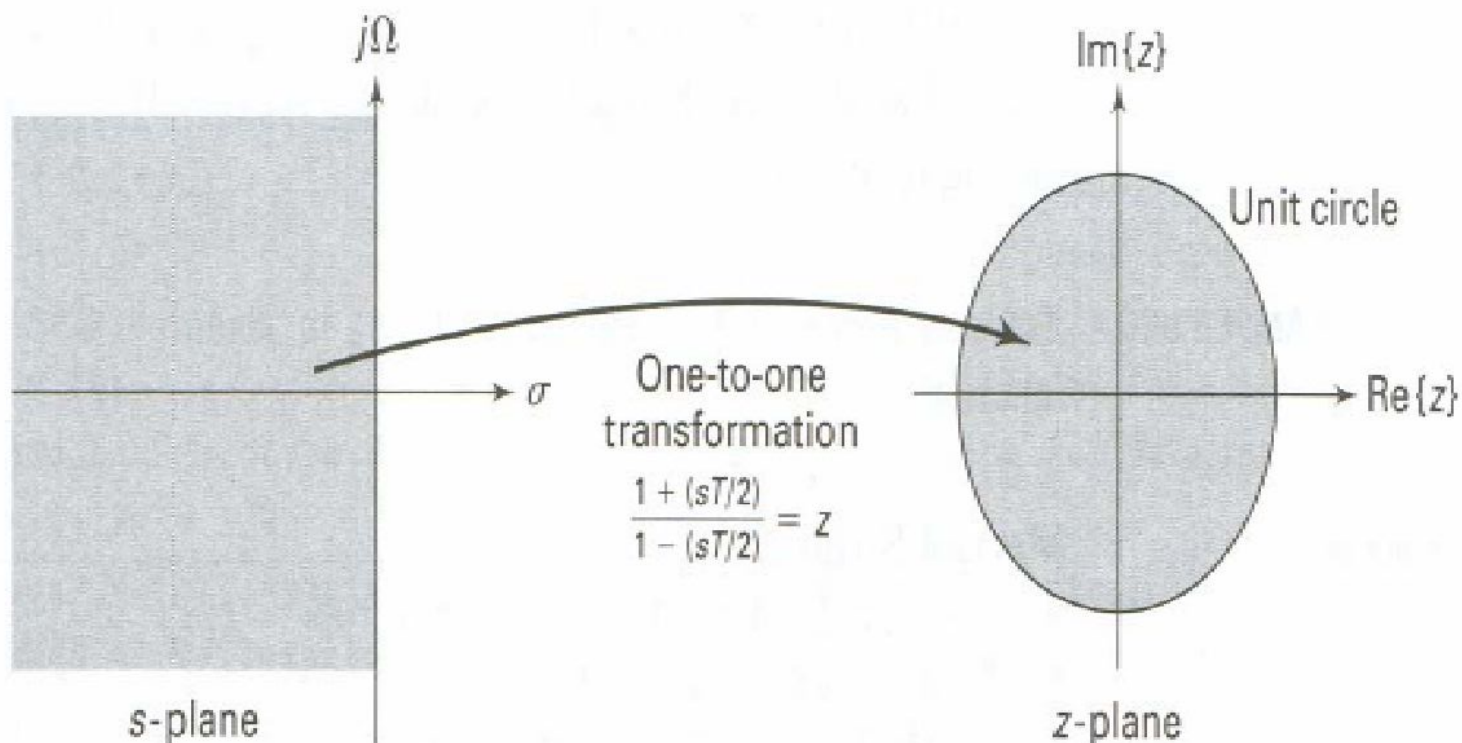


FIGURE 8.15 Complex-plane mapping in bilinear transformation

Các nhận xét

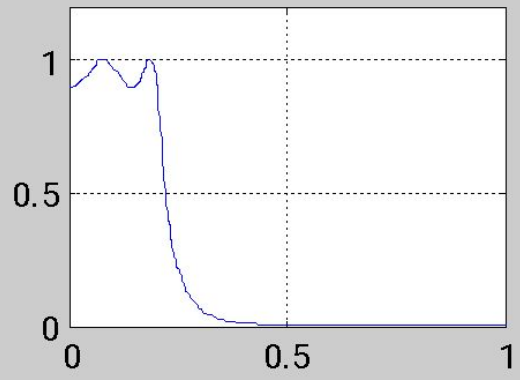
- $\text{Sigma} < 0 \iff |z| < 1$, $\text{Sigma} = 0 \iff |z| = 1$, $\text{Sigma} > 0 \iff |z| > 1$
- Toàn bộ mặt phẳng-*nửa trái* ánh xạ vào bên trong vòng tròn đơn vị. Đây là phép biến đổi *ổn định*.
- Trục ảo ánh xạ lên đường tròn đơn vị là ánh xạ 1-1. Do đó *không có aliasing* trong miền tần số.
- Quan hệ của ω theo Ω là *phi tuyến*
$$\omega = 2 \tan^{-1}(\Omega T/2) \leftrightarrow \Omega = 2 \tan(\omega/2)/T;$$
- Function $[b,a] = \text{bilinear}(c,d,Fs)$

Hàm bilinear

- Hàm bilinear dùng để chuyển đổi các hệ số bộ lọc từ analog sang bộ lọc kỹ thuật số
- $[b,a] = \text{bilinear}(Z,P,K,Fs)$

Ví dụ chương trình Matlab

```
% Chi tiêu kỹ thuật của bộ lọc số:  
wp = 0.2*pi; % digital Passband freq in Hz  
ws = 0.3*pi; % digital Stopband freq in Hz  
Rp = 1; % Passband ripple in dB  
As = 15; % Stopband attenuation in dB  
% Chi tiêu kỹ thuật của bộ lọc tương tự: Anh xa ngược  
T = 1; Fs = 1/T; % Dạng T=1  
OmegaP = (2/T)*tan(wp/2);  
OmegaS = (2/T)*tan(ws/2);  
% Tính toán bộ lọc tương tự:  
[cs, ds] = afd_chb1(OmegaP, OmegaS, Rp, As);  
% Biến đổi song tuyến:  
[b, a] = bilinear(cs, ds, Fs);
```



HẾT CHƯƠNG 6
