Jelek frekvenciatartományban

$$X(j\omega)=\int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t}dt \qquad x(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega)e^{j\omega t}d\omega \qquad X\left(e^{j\vartheta}\right)=\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]e^{-j\vartheta k} \qquad x[k]=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} X\left(e^{j\vartheta}\right)e^{+j\vartheta k}d\vartheta$$

Tételek

Tétel	$x(t)$	$X(j\omega)$		$x[k]$	$X\left(e^{j\vartheta}\right)$
Linearitás	$c_1x_1(t)+c_2x_2(t)$	$c_1X_1(j\omega)+c_2X_2(j\omega)$		$c_1x_1[k]+c_2x_2[k]$	$c_1X_1\left(e^{j\vartheta}\right)+c_2X_2\left(e^{j\vartheta}\right)$
Eltolás	$x(t-\Delta t)$	$X(j\omega)e^{-j\omega\Delta t}$		$x[k-i]$	$X\left(e^{j\vartheta}\right)e^{-ji\vartheta}$
Moduláció	$x(t)e^{j\omega_0 t}$	$X[j(\omega-\omega_0)]$		$x[k]e^{j\vartheta_0 k}$	$X\left[e^{j(\vartheta-\vartheta_0)}\right]$
Konvolúció	$x_1(t)*x_2(t)$	$X_1(j\omega)X_2(j\omega)$		$x_1[k]*x_2[k]$	$X_1\left(e^{j\vartheta}\right)X_2\left(e^{j\vartheta}\right)$
Konvolúció	$x_1(t)x_2(t)$	$\frac{1}{2\pi}X_1(j\omega)*X_2(j\omega)$		$x_1[k]x_2[k]$	$\frac{1}{2\pi}X_1\left(e^{j\vartheta}\right)*X_2\left(e^{j\vartheta}\right)$
Derivált	$\frac{d}{dt}x(t)$	$j\omega X(j\omega)$		$x[k+1]$	$e^{j\vartheta}X\left(e^{j\vartheta}\right)$
Derivált	$tx(t)$	$j\frac{d}{d\omega}X(j\omega)$		$kx[k]$	$j\frac{d}{d\vartheta}X\left(e^{j\vartheta}\right)$
Skálázás	$x(at)$	$\frac{1}{\lvert a\rvert}X\left(j\frac{\omega}{a}\right)$		$x[Mk]$	$\frac{1}{M}\sum_{i=0}^{M-1}X\left(e^{j\left(\vartheta-\frac{2\pi}{M}i\right)}\right)$
Parseval	$E=\int_{-\infty}^{\infty}\lvert x(t)\rvert^2dt$	$E=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\lvert X(j\omega)\rvert^2dt$		$E=\sum_{-\infty}^{\infty}\lvert x[k]\rvert^2$	$E=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\left\lvert X\left(e^{j\vartheta}\right)\right\rvert^2dt$

Néhány jel Fourier-transzformáltja

$x(t)$	$X(j\omega)$		$x[k]$	$X(e^{j\vartheta})$; $\lvert\vartheta\rvert \le \pi$
$\delta(t)$	1		$\delta[k]$	1
1	$2\pi\delta(\omega)$		1	$2\pi\delta(\vartheta)$
$e^{j\omega_0 t}$	$2\pi\delta(\omega-\omega_0)$		$e^{j\vartheta_0 k}$	$2\pi\delta(\vartheta-\vartheta_0)$
$\cos(\omega_0 t)$	$2\pi\frac{\delta(\omega-\omega_0)+\delta(\omega+\omega_0)}{2}$		$\cos(\vartheta_0 k)$	$2\pi\frac{\delta(\vartheta-\vartheta_0)+\delta(\vartheta+\vartheta_0)}{2}$
$\sin(\omega_0 t)$	$2\pi\frac{\delta(\omega-\omega_0)-\delta(\omega+\omega_0)}{2j}$		$\sin(\vartheta_0 k)$	$2\pi\frac{\delta(\vartheta-\vartheta_0)-\delta(\vartheta+\vartheta_0)}{2j}$
$x(t)\cos(\omega_0 t)$	$\frac{X(\omega-\omega_0)+X(\omega+\omega_0)}{2}$		$x[k]\cos(\vartheta_0 k)$	$\frac{X(\vartheta-\vartheta_0)+X(\vartheta+\vartheta_0)}{2}$
$\mathrm{sgn}(t)$	$\frac{2}{j\omega}$		$\mathrm{sgn}[k]$	$\frac{1+e^{-j\vartheta}}{1-e^{-j\vartheta}}$
$\varepsilon(t)$	$\pi\delta(\omega)+\frac{1}{j\omega}$		$\varepsilon[k]$	$\pi\delta(\vartheta)+\frac{1}{1-e^{-j\vartheta}}$
$\varepsilon(t)e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{\alpha+j\omega}$ $\quad \alpha>0$		$\varepsilon[k]q^k$; $\lvert q\rvert<1$	$\frac{1}{1-qe^{-j\vartheta}}$

Jelek komplex frekvenciatartományban

Laplace

$$X(s) = \int_{-0}^{\infty} x(t) e^{-st} dt \qquad x(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma_1 - j\infty}^{\sigma_1 + j\infty} X(s) e^{st} ds$$

Tétel	$x(t)$	$X(s)$
Linearitás	$c_1 x_1(t) + c_2 x_2(t)$	$c_1 X_1(s) + c_2 X_2(s)$
Eltolás	$\varepsilon(t - \Delta t) x(t - \Delta t)$	$X(s) e^{-s\Delta t}$
Csillapítás Moduláció	$x(t) e^{-\alpha t}$	$X(s + \alpha)$
Konvolúció	$x_1(t) * x_2(t)$	$X_1(s) X_2(s)$
Derivált	$x'(t)$	$sX(s) - x(-0)$
Integrál	$\int_{-0}^{t} x(\tau) d\tau$	$\frac{1}{s} X(s)$

Végérték tételek

$$x(+0) = \lim_{s \to \infty} sX(s) \qquad \mathrm{Re}\{s\} > 0$$

$$x(\infty) = \lim_{s \to 0} sX(s) \qquad \mathrm{Re}\{s\} > 0$$

Laplace

Néhány jel Laplace-transzformáltja

$x(t)$	$X(s)$
$\delta(t)$	1
$\varepsilon(t)$	$\frac{1}{s}$
$\varepsilon(t)e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{s+\alpha}$
$\varepsilon(t)\cos(\omega_0 t)$	$\frac{s}{s^2+\omega_0^2}$
$\varepsilon(t)\sin(\omega_0 t)$	$\frac{\omega_0}{s^2+\omega_0^2}$
$\varepsilon(t)t$	$\frac{1}{s^2}$
$\varepsilon(t)te^{-\alpha t}$	$\frac{1}{(s+\alpha)^2}$

$$z \to e^{j\vartheta}$$

$X\left(e^{j\vartheta}\right)$ létezésének elégséges feltétele az abszolút összegezhetőség

Z-transzformációnál x(k) belépő jel

Tétel	$x[k]$	$X\left(e^{j\vartheta}\right)$	$X(z)$
Linearitás	$c_1 x_1[k] + c_2 x_2[k]$	$c_1 X_1\left(e^{j\vartheta}\right) + c_2 X_2\left(e^{j\vartheta}\right)$	$c_1 X_1(z) + c_2 X_2(z)$
Eltolás	$x[k-i]$	$X\left(e^{j\vartheta}\right) e^{-ji\vartheta}$	$X(z) z^{-i} \quad r \geq 0$
Moduláció	$x[k] e^{j\vartheta_0 k}$	$X\left[e^{j(\vartheta-\vartheta_0)}\right]$	$X\left(\dfrac{z}{q}\right)$
Konvolúció	$x_1[k] * x_2[k]$	$X_1\left(e^{j\vartheta}\right) X_2\left(e^{j\vartheta}\right)$	$X_1(z) X_2(z)$
Derivált	$x[k+1]$	$e^{j\vartheta} X\left(e^{j\vartheta}\right)$	$zX(z) - zx[0]$

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x[k] z^{-k} \qquad x[k] = \frac{1}{2\pi j} \oint_{|z|=r_1} X(z) z^{k-1} dz$$

Tétel	$x[k]$	$X(z)$
Linearitás	$c_1 x_1[k] + c_2 x_2[k]$	$c_1 X_1(z) + c_2 X_2(z)$
Eltolás	$\varepsilon[k-r] x[k-r]$	$X(z) z^{-r} \quad r \geq 0$
Csillapítás Moduláció	$x[k] q^k$	$X\left(\frac{z}{q}\right)$
Konvolúció	$x_1[k] * x_2[k]$	$X_1(z) X_2(z)$
Ált. derivált	$x[k+1]$	$zX(z) - zx[0]$
Késleltetés	$x[k-1]$	$z^{-1} X(z) + x[-1]$
Független derivált	$\frac{d}{dq} x[k,q]$	$\frac{d}{dq} X(z,q)$

Végérték tételek: $x[0] = \lim_{z \to \infty} X(z) \qquad x[\infty] = \lim_{z \to 1} (z-1) X(z)$

Néhány jel Z-transzformáltja

$x[k]$	$X(z)$
$\delta[k]$	1
$\varepsilon[k]$	$\frac{z}{z-1}$
$\varepsilon[k]q^k$	$\frac{z}{z-q}$
$\varepsilon[k]\cos(\vartheta_0 k)$	$\frac{z^2 - z\cos\vartheta_0}{z^2 - 2z\cos\vartheta_0 + 1}$
$\varepsilon[k]\sin(\vartheta_0 k)$	$\frac{z\sin\vartheta_0}{z^2 - 2z\cos\vartheta_0 + 1}$
$\varepsilon[k]kq^{k-1}$	$\frac{z}{(z-q)^2}$
$\varepsilon[k]k$	$\frac{z}{(z-1)^2}$

FI jelek

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$$s = \sigma + j\omega$$

$$X(s) = \int_{-0}^{\infty} x(t) e^{-st} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma_1 - j\infty}^{\sigma_1 + j\infty} X(s) e^{st} ds$$

$$e^{j\vartheta} = e^{j\omega T}$$

$$z = e^{sT} = e^{\sigma T} e^{j\omega T} = q e^{j\vartheta}$$

DI jelek

$$X\left(e^{j\vartheta}\right) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] e^{-j\vartheta k}$$

$$x[k] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X\left(e^{j\vartheta}\right) e^{+j\vartheta k} d\vartheta$$

$$z = q e^{j\vartheta}$$

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x[k] z^{-k}$$

$$x[k] = \frac{1}{2\pi j} \oint_{|z|=r_1} X(z) z^{k-1} dz$$

$$j\omega$$

FI jelek

$$s = \sigma + j\omega$$

Belépő jelek

$$e^{j\vartheta}$$

DI jelek

$$z = q e^{j\vartheta}$$

Jelek leírása frekvenciatartományban

$z = qe^{j\vartheta}$

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x[k] z^{-k}$$

$$x[k] = \frac{1}{2\pi j} \oint_{|z|=r_1} X(z) z^{k-1} dz$$

$s = \alpha + j\omega$

$$X(s) = \int_{-0}^{\infty} x(t) e^{-st} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma_1 - j\infty}^{\sigma_1 + j\infty} X(s) e^{st} ds$$

BELÉPŐ

DI $h[k]$ k

FI $h(t)$ t

$e^{j\vartheta}$

$q = 1$

$$X\left(e^{j\vartheta}\right) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] e^{-j\vartheta k}$$

$$x[k] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X\left(e^{j\vartheta}\right) e^{+j\vartheta k} d\vartheta$$

$j\omega$

$\alpha = 0$

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

Rendszerek leírása frekvenciatartományban

$e^{j\vartheta}$

$j\omega$

DI

$h[k]$

k

FI

$h(t)$

t

$$u[k] * h[k] \xleftrightarrow{F} U\left(e^{j\vartheta}\right) H\left(e^{j\vartheta}\right)$$

$$U(e^{j\vartheta}) \longrightarrow \boxed{H(e^{j\vartheta})} \longrightarrow U(e^{j\vartheta})H(e^{j\vartheta})$$

$$u(t) * h(t) \xleftrightarrow{F} U(j\omega) H(j\omega)$$

$$U(j\omega) \longrightarrow \boxed{H(j\omega)} \longrightarrow U(j\omega)H(j\omega)$$

ÁVL frekvenciatartományban

$e^{j\vartheta}$

$j\omega$

DI

FI

$h[k]$

$h(t)$

k

t

$$x[k+1] \xleftrightarrow{F} e^{j\vartheta} X\left(e^{j\vartheta}\right)$$

$$e^{j\vartheta}X\left(e^{j\vartheta}\right) \to \boxed{>} \to X\left(e^{j\vartheta}\right)$$

$$H\left(e^{j\vartheta}\right) = \mathbf{c}^T \left(e^{j\vartheta}\mathbf{E} - \mathbf{A}\right)^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$\frac{d}{dt}x(t) \xleftrightarrow{F} j\omega X(j\omega)$$

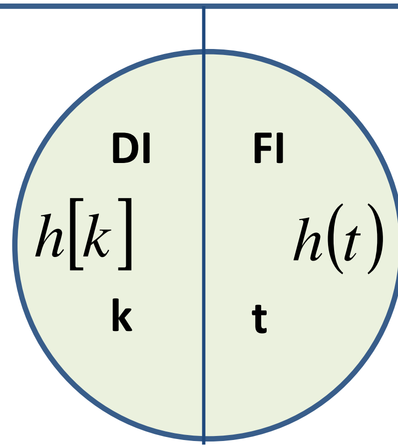
$$j\omega X(j\omega) \to \boxed{>} \to X(j\omega)$$

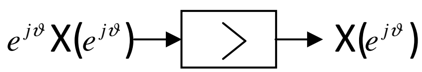
$$H(j\omega) = \mathbf{c}^T \left(j\omega\mathbf{E} - \mathbf{A}\right)^{-1}\mathbf{b} + d$$

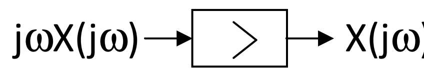
Jelfolyam hálózat leírása frekvenciatartományban

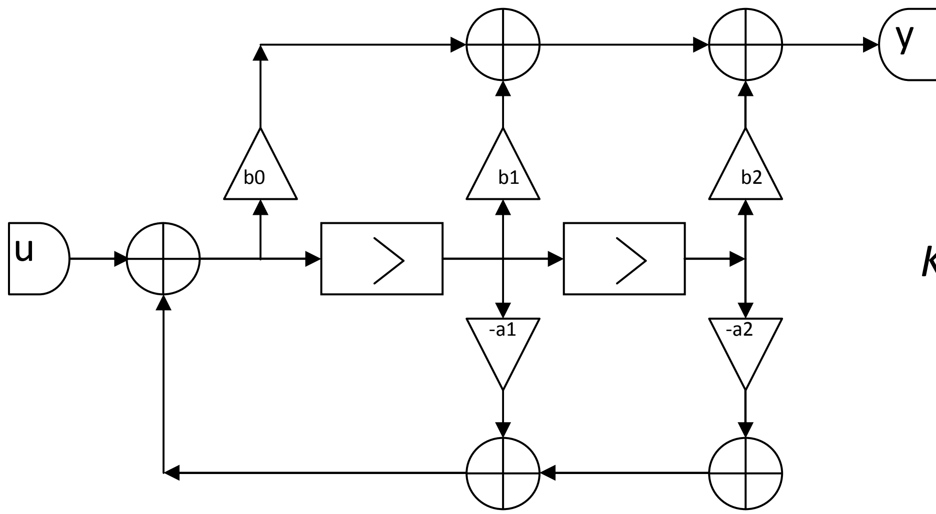
$e^{j\vartheta}$

$j\omega$









Kanonikus realizáció

$$H\left(e^{j\vartheta}\right)=\frac{b_0+b_1e^{-j\vartheta}+b_2e^{-j2\vartheta}+.....+b_ne^{-jn\vartheta}}{1+a_1e^{-j\vartheta}+a_2e^{-j2\vartheta}+.....+a_ne^{-jn\vartheta}}$$

$$H(j\omega)=\frac{b_0(j\omega)^n+b_1(j\omega)^{n-1}+b_2(j\omega)^{n-2}+.....+b_n}{1+a_1(j\omega)^{n-1}+a_2(j\omega)^{n-2}+.....+a_n}$$

Normál alak

Rendszerek leírása frekvenciatartományban

$e^{j\vartheta}$

DI

$h[k]$

k

$$u[k] * h[k] \xleftrightarrow{F} U\left(e^{j\vartheta}\right) H\left(e^{j\vartheta}\right)$$

$$U(e^{j\vartheta}) \rightarrow \boxed{H(e^{j\vartheta})} \rightarrow U(e^{j\vartheta})H(e^{j\vartheta})$$

$$x[k+1] \xleftrightarrow{F} e^{j\vartheta} X\left(e^{j\vartheta}\right)$$

$$e^{j\vartheta}X(e^{j\vartheta}) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(e^{j\vartheta})$$

$$H\left(e^{j\vartheta}\right) = \mathbf{c}^T \left(e^{j\vartheta}\mathbf{E} - \mathbf{A}\right)^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H\left(e^{j\vartheta}\right) = \frac{b_0 + b_1 e^{-j\vartheta} + b_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + b_n e^{-jn\vartheta}}{1 + a_1 e^{-j\vartheta} + a_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + a_n e^{-jn\vartheta}}$$

$j\omega$

FI

$h(t)$

t

$$u(t) * h(t) \xleftrightarrow{F} U(j\omega) H(j\omega)$$

$$U(j\omega) \rightarrow \boxed{H(j\omega)} \rightarrow U(j\omega)H(j\omega)$$

$$\frac{d}{dt} x(t) \xleftrightarrow{F} j\omega X(j\omega)$$

$$j\omega X(j\omega) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(j\omega)$$

$$H(j\omega) = \mathbf{c}^T \left(j\omega\mathbf{E} - \mathbf{A}\right)^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(j\omega) = \frac{b_0 (j\omega)^n + b_1 (j\omega)^{n-1} + b_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + b_n}{1 + a_1 (j\omega)^{n-1} + a_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + a_n}$$

Rendszerek leírása komplex frekvenciatartományban

$z = qe^{j\vartheta}$

$s = \alpha + j\omega$

DI

$h[k]$

k

FI

$h(t)$

t

BELÉPŐ

$$u[k] * h[k] \overset{Z}{\longleftrightarrow} U(z)H(z)$$

$$U(z) \longrightarrow \boxed{H(z)} \longrightarrow U(z)H(z)$$

$$u(t) * h(t) \overset{L}{\longleftrightarrow} U(s)H(s)$$

$$U(s) \longrightarrow \boxed{H(s)} \longrightarrow U(s)H(s)$$

ÁVL komplex frekvenciatartományban

$z = qe^{j\vartheta}$

$s = \alpha + j\omega$

DI $h[k]$ **k**

FI $h(t)$ **t**

BELÉPŐ

$$x[k+1] \xleftrightarrow{Z} zX(z)$$

$$zX(z) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(z)$$

$$H(z) = \mathbf{c}^T (z\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} + d$$

$$\frac{d}{dt} x(t) \xleftrightarrow{L} sX(s)$$

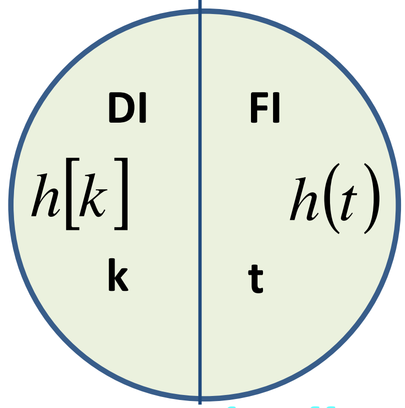
$$sX(s) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(s)$$

$$H(s) = \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} + d$$

Jelfolyam hálózat leírása komplex frekvenciatartományban

$$z = qe^{j\vartheta}$$

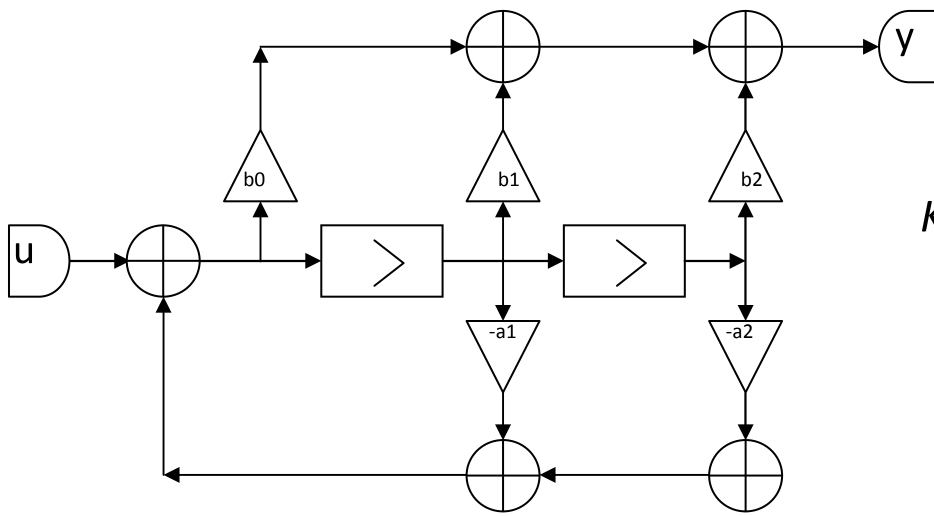
$$s = \alpha + j\omega$$



$zX(z) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(z)$

$sX(s) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(s)$

BELÉPŐ



Kanonikus realizáció

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \ldots\ldots + b_n z^{-n}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \ldots\ldots + a_n z^{-n}}$$

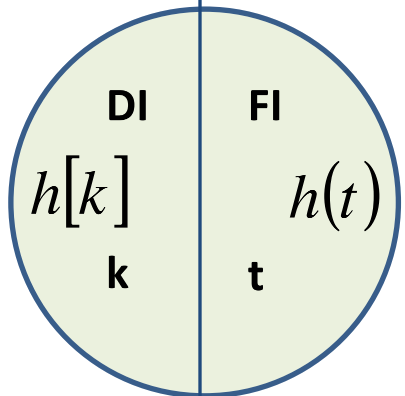
Normál alak

$$H(s) = \frac{b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + b_2 s^{n-2} + \ldots\ldots + b_n}{1 + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \ldots\ldots + a_n}$$

Rendszerek leírása komplex frekvenciatartományban

$z = qe^{j\vartheta}$

$s = \alpha + j\omega$



BELÉPŐ

$$u[k] * h[k] \xleftrightarrow{Z} U(z)H(z)$$

$$u(t) * h(t) \xleftrightarrow{L} U(s)H(s)$$

$$U(z) \rightarrow \boxed{H(z)} \rightarrow U(z)H(z)$$

$$U(s) \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow U(s)H(s)$$

$$x[k+1] \xleftrightarrow{Z} zX(z)$$

$$\frac{d}{dt}x(t) \xleftrightarrow{L} sX(s)$$

$$zX(z) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(z)$$

$$sX(s) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(s)$$

$$H(z) = \mathbf{c}^T (z\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(s) = \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \ldots\ldots + b_n z^{-n}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \ldots\ldots + a_n z^{-n}}$$

$$H(s) = \frac{b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + b_2 s^{n-2} + \ldots\ldots + b_n}{1 + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \ldots\ldots + a_n}$$

Rendszerek leírása frekvenciatartományokban

$z = qe^{j\vartheta}$

$U(z) \rightarrow \boxed{H(z)} \rightarrow U(z)H(z)$

$zX(z) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(z)$

$$H(z) = \mathbf{c}^T (z\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \ldots.. + b_n z^{-n}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \ldots.. + a_n z^{-n}}$$

$s = \alpha + j\omega$

$U(s) \rightarrow \boxed{H(s)} \rightarrow U(s)H(s)$

$sX(s) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(s)$

$$H(s) = \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(s) = \frac{b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + b_2 s^{n-2} + \ldots.. + b_n}{1 + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \ldots.. + a_n}$$

BELÉPŐ

DI **FI**

$h[k]$ $h(t)$

k **t**

$e^{j\vartheta}$

$q = 1$

$U(e^{j\vartheta}) \rightarrow \boxed{H(e^{j\vartheta})} \rightarrow U(e^{j\vartheta})H(e^{j\vartheta})$

$e^{j\vartheta}X(e^{j\vartheta}) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(e^{j\vartheta})$

$$H(e^{j\vartheta}) = \mathbf{c}^T (e^{j\vartheta}\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(e^{j\vartheta}) = \frac{b_0 + b_1 e^{-j\vartheta} + b_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + b_n e^{-jn\vartheta}}{1 + a_1 e^{-j\vartheta} + a_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + a_n e^{-jn\vartheta}}$$

$j\omega$

$\alpha = 0$

$U(j\omega) \rightarrow \boxed{H(j\omega)} \rightarrow U(j\omega)H(j\omega)$

$j\omega X(j\omega) \rightarrow \boxed{>} \rightarrow X(j\omega)$

$$H(j\omega) = \mathbf{c}^T (j\omega\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$$H(j\omega) = \frac{b_0 (j\omega)^n + b_1 (j\omega)^{n-1} + b_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + b_n}{1 + a_1 (j\omega)^{n-1} + a_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + a_n}$$

Rendszerek stabilitása

BELÉPŐ

DI

$h[k]$

k

$z = qe^{j\vartheta}$

$$H(z) = \mathbf{c}^T (z\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$|\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}| = 0 \qquad |\lambda_i| < 1 \qquad \lambda_i = p_i$

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \ldots.. + b_n z^{-n}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \ldots.. + a_n z^{-n}}$$

$e^{j\vartheta}$

$q = 1$

$$H\left(e^{j\vartheta}\right) = \mathbf{c}^T (e^{j\vartheta}\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$|\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}| = 0 \qquad |\lambda_i| < 1 \qquad \lambda_i = p_i$

$$H\left(e^{j\vartheta}\right) = \frac{b_0 + b_1 e^{-j\vartheta} + b_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + b_n e^{-jn\vartheta}}{1 + a_1 e^{-j\vartheta} + a_2 e^{-j2\vartheta} + \ldots.. + a_n e^{-jn\vartheta}}$$

FI

$h(t)$

t

$s = \alpha + j\omega$

$$H(s) = \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

$|\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}| = 0 \qquad \mathrm{Re}\{\lambda_i\} < 0 \qquad \lambda_i = p_i$

$$H(s) = \frac{b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + b_2 s^{n-2} + \ldots.. + b_n}{1 + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \ldots.. + a_n}$$

$j\omega$

$\alpha = 0$

$$H(j\omega) = \mathbf{c}^T (j\omega\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{b} + d$$

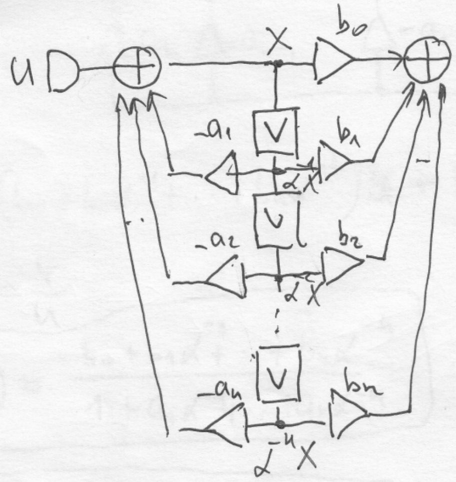
$|\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}| = 0 \qquad \mathrm{Re}\{\lambda_i\} < 0 \qquad \lambda_i = p_i$

$$H(j\omega) = \frac{b_0 (j\omega)^n + b_1 (j\omega)^{n-1} + b_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + b_n}{1 + a_1 (j\omega)^{n-1} + a_2 (j\omega)^{n-2} + \ldots.. + a_n}$$

Átviteli karakterisztika / fv realizálása (nem egyértelmű)

Kanonikus alak: minimális számú z

I.



$$\alpha = \begin{cases} j\omega & s \\ e^{j\vartheta} & z \end{cases}$$

$$Y = (b_0 + b_1\alpha^{-1} + b_2\alpha^{-2} + \cdots + b_n\alpha^{-n})X$$

$$X = (-a_1\alpha^{-1} - a_2\alpha^{-2} - \cdots - a_n\alpha^{-n})X + U$$

$$X = \frac{U}{1 + a_1\alpha^{-1} + a_2\alpha^{-2} + \cdots a_n\alpha^{-n}}$$

$$H(\alpha) = \frac{Y}{U}$$

$$\boxed{H(\alpha) = \frac{b_0 + b_1\alpha^{-1} + b_2\alpha^{-2} + \cdots + b_n\alpha^{-n}}{1 + a_1\alpha^{-1} + a_2\alpha^{-2} + \cdots + a_n\alpha^{-n}}}$$

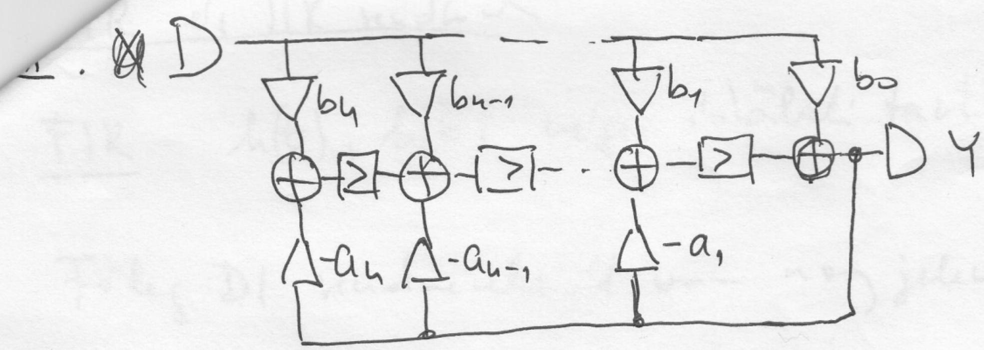
$e^{j\vartheta}$, z

$$\boxed{H(\alpha) = \frac{b_0\alpha^{n} + b_1\alpha^{n-1} + b_2\alpha^{n-2} + \cdots + b_n}{\alpha^{n} + a_1\alpha^{n-1} + a_2\alpha^{n-2} + \cdots + a_n}}$$

$j\omega$, s

Kanonikus realizáció

Kanonikus realizáció



$$Y = \left(b_0 + b_1\alpha^{-1} + \dots + b_n\alpha^{-n}\right) U - \left(a_1\alpha^{-1} + a_2\alpha^{-2} + \dots a_n\alpha^{-n}\right) Y$$

$$H(\alpha) = \frac{Y}{U}$$

$$\boxed{H(\alpha) = \frac{b_0 + b_1\alpha^{-1} + \dots + b_n\alpha^{-n}}{1 + a_1\alpha^{-1} + \dots + a_n\alpha^{-n}}}$$

$e^{j\Omega}$

z

$$\boxed{H(\alpha) = \frac{b_0\alpha^{n} + b_1\alpha^{n-1} + \dots + b_n}{\alpha^{n} + a_1\alpha^{n-1} + \dots + a_n}}$$

$j\omega$

s