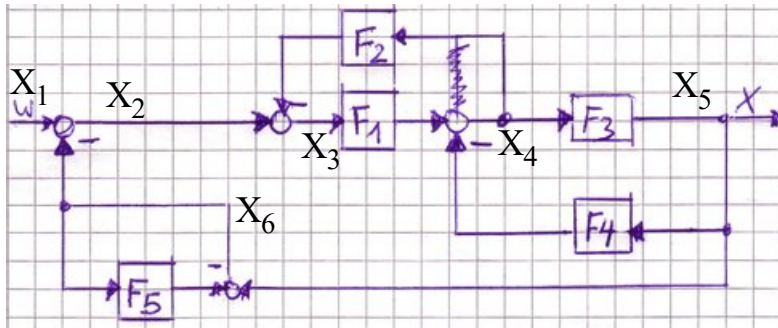


> restart;

Im Blockschaltbild die Signale mit Namen  $X_1$  bis  $X_6$  bezeichnen. Das Eingangssignal ist  $X_1$ , das Ausgangssignal ist  $X_5$ .



Alle Übertragungsglieder sind linear, werden beschrieben durch Übertragungsfunktionen  $F$ . Ist  $X$  das Eingangssignal in ein Glied, so ist  $F \cdot X$  das Ausgangssignal. Die Übertragungsfunktionen  $F$  und die Signale  $X$  sind Funktionen der komplexen Frequenz  $s$ , also ausführlich als  $F(s)$  und  $X(s)$  geschrieben.

Die Gleichungen aus dem Blockschaltbild heraus aufstellen.

>  $X[2] = X[1] - X[6];$

$$X_2 = X_1 - X_6 \quad (1)$$

>  $X[3] = X[2] - F[2] * X[4];$

$$X_3 = X_2 - F_2 X_4 \quad (2)$$

>  $X[4] = F[1] * X[3] - F[4] * X[5];$

$$X_4 = F_1 X_3 - F_4 X_5 \quad (3)$$

>  $X[5] = F[3] * X[4];$

$$X_5 = F_3 X_4 \quad (4)$$

>  $X[6] = X[5] - F[5] * X[6];$

$$X_6 = X_5 - F_5 X_6 \quad (5)$$

Die Gleichungen (1) bis (5) bilden ein lineares Gleichungssystem. Aus diesem Gleichungssystem ist die Übertragungsfunktion des Gesamtsystems, also eine Funktion  $X_1 \mapsto X_5$  zu bestimmen.

Gleichung (5) nach  $X_5$  auflösen.

> collect(isolate((5),X[5]),X[6]);

$$X_5 = (1 + F_5) X_6 \quad (6)$$

Gleichung (1) nach  $X_6$  auflösen und in (6) einsetzen.

> isolate((1),X[6]);

$$X_6 = -X_2 + X_1 \quad (7)$$

> subs((7),(6));

$$X_5 = (1 + F_5) (-X_2 + X_1) \quad (8)$$

Gleichung (4) auflösen nach  $X$

<sub>4</sub> und in (2) und (3) einsetzen.

```
> isolate((4),X[4]);
```

$$X_4 = \frac{X_5}{F_3} \quad (9)$$

```
> subs((9),(2));
```

$$X_3 = X_2 - \frac{F_2 X_5}{F_3} \quad (10)$$

```
> subs((9),(3));
```

$$\frac{X_5}{F_3} = F_1 X_3 - F_4 X_5 \quad (11)$$

Gleichung (10) einsetzen in (11).

```
> subs((10),(11));
```

$$\frac{X_5}{F_3} = F_1 \left( X_2 - \frac{F_2 X_5}{F_3} \right) - F_4 X_5 \quad (12)$$

Auflösen nach  $X_2$ .

```
> solve((12),{X[2]})[1];
```

$$X_2 = \frac{(1 + F_4 F_3 + F_2 F_1) X_5}{F_3 F_1} \quad (13)$$

Gleichung (13) einsetzen in (8).

```
> subs((13),(8));
```

$$X_5 = (1 + F_5) \left( -\frac{(1 + F_4 F_3 + F_2 F_1) X_5}{F_3 F_1} + X_1 \right) \quad (14)$$

Auflösen nach  $X_5$ .

```
> solve((14),{X[5]})[1];
```

$$X_5 = \frac{(1 + F_5) X_1 F_3 F_1}{1 + F_4 F_3 + F_2 F_1 + F_5 + F_5 F_4 F_3 + F_5 F_2 F_1 + F_3 F_1} \quad (15)$$

Die Gesamtübertragungsfunktion ist

```
> F[ges] = coeff(rhs((15)),X[1]);
```

$$F_{ges} = \frac{(1 + F_5) F_3 F_1}{1 + F_4 F_3 + F_2 F_1 + F_5 + F_5 F_4 F_3 + F_5 F_2 F_1 + F_3 F_1} \quad (16)$$