

Berechnung der "3db-down" k & q Koeffizienten für Bandfilter In geschlossener Form für eine beliebige Anzahl von Resonatoren (Pole)

Grundlage sind diese von M. Dishal veröffentlichten Gleichungen [1]:

Für Butterworth:

$$\left(\frac{d_{1..n}}{BW_{3db}/f_0}\right) = \frac{1}{2 \sin(90^\circ/n)}, \quad d_{2 \rightarrow (n-1)} = 0,$$

$$\left(\frac{K_{r(r+1)}}{BW_{3db}/f_0}\right)^2 = \frac{1}{4[\sin(2r-1)(90^\circ/n)][\sin(2r+1)(90^\circ/n)]}$$

Für Tchebycheff:

$$\left[\frac{K_{r(r+1)}}{BW_{3db}/f_0}\right]^2 = \frac{[S_n^2 + \sin^2 2r\theta]}{4\{\sin(2r-1)\theta\}\{\sin(2r+1)\theta\}} \quad \frac{Q_{1..n}}{f_0/BW_{3db}} = \frac{2 \sin \theta}{S_n} \quad Q_{2 \rightarrow (n-1)} = \infty$$

$$\theta = \frac{90^\circ}{n} \quad S_n = \sinh\left\{\frac{1}{n} \sinh^{-1}[(V_p/V_s)^2 - 1]^{-1/2}\right\}$$

nPoles = Anzahl der Resonatoren, **ripple** = Welligkeit in db (w = 0 → Butterworth)

```

procedure TForm1.CouplingCoefficients;
var x: Double; //auxiliary local variables
    i: Integer;
begin
    x := Pi / (2*nPoles);
    if ripple > 0 then //get coefficients for CHEBYCHEV type
        begin
            epsr := 1/SQRT(Power(10,ripple/10)-1); //parameter based on ripple(db)
            Sn := sinh(arsinh(epsr) / nPoles); //get ripple coefficient Sn
            om3db := cosh(arcosh(epsr) / nPoles); //convert ripple BW → 3db BW
            D := Sn / om3db * 1/(2 * sin(x)); //dissipation coefficient (q0=1/D)
            for i := 1 to nPoles-1 do
                K[i] := SQRT((Sn*Sn + SQR(sin(2*i*x)) / (4 * sin(x*(2*i-1))
                    * sin(x*(2*i+1)))) / om3db);
            end
        else begin //coefficients for BUTTERWORTH type
            D := 1 / (2 * sin(x)); //dissipation coefficient (q0=1/D)
            for i := 1 to nPoles-1 do
                K[i] := SQRT(1 / (4 * sin(x*(2*i-1)) * sin(x*(2*i+1))));
            end;
        end;

```

Die obigen hyperbolischen und Area-Funktionen lassen sich natürlich auch durch die bekannten e-Funktionen ausdrücken.

Beispiel: 8-Polfilter Tchebycheff, w= 0,15db

```

k12 = 0,70877
k23 = 0,54176
k34 = 0,51550
k45 = 0,51012
k56 = 0,51550
k67 = 0,54176
k78 = 0,70877
----
d = 0,74003
qo = 1,35129 (1/d)

```

Beispiel: 9-Polfilter, Butterworth

```

k12 = 1,69688
k23 = 0,80790
k34 = 0,58932
k45 = 0,51579
k56 = 0,51579
k67 = 0,58932
k78 = 0,80790
k89 = 1,69688
----
d = 2,87939
qo = 0,34730 (1/d)

```

[1] Milton Dishal, "Two New Equations for the Design of Filters"
Electrical Communication, December 1953