## Konstruktionsübungsprotokoll

#### Übung: Berechnen eines PT2-Gliedes

durchgeführt von:

Name:

Klasse:

Datum: 06.10.2010

Betreuer:

**Bewertung:** 

## 1 Aufgabenstellung

- a) Frequenzgang (Bode-Diagramm; 3-4 Dekaden): Kriechfall, aperiodischer Grenzfall gedämpfte Schwingung (50% Überschwingungen), ungedämpfte Schwingung
- b) Ortskurve
- c) Übergangfunktion
- d) Sprungantwort (für alle Fälle; und i(t))
- e) Simulation der Sprungantwort in EWB/MultiSim Ue=10V
- f) Simulation mit den Programm WinFACT
- g) Reglerauslegung nach Ziegler Nichols, Chien Hrones und Reswick (?CHR?CLTR?) und Nykvist Kriterium (Bodediagramm und Ortskurve)



$$U_{e} = 10V$$

$$L = 1 mH$$

$$C = 12 \mu F$$

$$R = ?$$

$$T_{2} = \sqrt{L \cdot C} = \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-6}} = 110 \cdot 10^{-6}$$

$$\omega_{e} = \frac{1}{T_{2}} = \frac{1}{110 \cdot 10^{-6}} = 9128,71$$

#### **Frequenzgang**

$$K = \frac{U_a}{U_e} = \frac{\frac{1}{j\omega RL + j^2 \omega^2 LC + 1}}{\frac{j\omega RL + j^2 \omega^2 LC + 1}{j\omega C}} = \frac{1}{j\omega RC + j^2 \omega^2 LC + 1}$$
$$= \frac{1}{1 + \omega^2 LC + j\omega RL} = \frac{1}{1 + \omega^2 LC + j\omega RL} \cdot \frac{1 + \omega^2 LC - j\omega RL}{1 + \omega^2 LC - j\omega RL}$$
$$= \frac{1 + \omega^2 LC - j\omega RC}{(1 + \omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 L^2}$$
$$Realteil = \frac{1 + \omega^2 LC}{(1 + \omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 L^2}$$
$$Imagin \ddot{a}rteil = \frac{-j\omega RC}{(1 + \omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 L^2}$$

$$fir:$$

$$\omega = \omega_e = \frac{1}{T^2} : \qquad \varphi = -90^\circ, |F| = \frac{K_P}{2D}$$

$$\omega = 0 : \qquad \varphi = 0^\circ, |F| = K_P$$

$$\omega = \infty : \qquad \varphi = -180^\circ, |F| \approx \frac{K_P}{(\omega \cdot T_2)^2} \rightarrow -40 \, dB / Dek.$$

$$D=1: \quad F(j\omega) = \frac{K_P}{1+j\omega\cdot 2\cdot T_2 + (j\omega\cdot T_2)^2} = \frac{K_P}{(1+j\omega\cdot T_2)^2}$$
$$D\gg1: \quad F(j\omega) \approx \frac{K_P}{(1+j\omega\cdot T_2)^2}$$

# 2 LISA Simulationen

#### LISA Einstellungen



## 2.1 aperiodischer Grenzfall

Simulieren

$$D=1$$
  

$$T_{1}=2 \cdot D \cdot T_{2}=2 \cdot 1 \cdot 110 \cdot 10^{-6}=220 \cdot 10^{-6}$$
  

$$R=\frac{2 \cdot D \cdot T_{2}}{C}=\frac{2 \cdot 1 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}}=18, 3 \Omega$$
  

$$d=D \cdot \omega_{e}=9128, 71$$
  

$$\Omega_{e}=\sqrt{\omega_{e}^{2}-d^{2}}=\sqrt{9128, 71^{2}-9128, 71^{2}}=0$$
  

$$\alpha=\arctan\frac{d}{\Omega_{E}}=\arctan\frac{9128, 71}{0}=undef$$

## 2.1.1 Frequenzgang (LISA)



## 2.1.2Sprungantwort (LISA)



## 2.1.3Bodediagramm (LISA)

#### 4 Dekaden



## 2.1.4Nykvist Ortskurve (LISA)

Mit:

 $\omega_{min} = 1$ 



## 2.2 Ungedämpfter Fall

$$D = 0$$
  

$$T_1 = 2 \cdot D \cdot T_2 = 0$$
  

$$R = \frac{2 \cdot D \cdot T_2}{C} = \frac{2 \cdot 0 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}} = 0 \Omega$$
  

$$d = D \cdot \omega_e = 0$$
  

$$\Omega_e = \sqrt{\omega_e^2 - d^2} = \sqrt{9128, 71^2 - 0} = 9128, 71$$
  

$$\alpha = \arctan \frac{d}{\Omega_E} = \arctan \frac{0}{9128, 71} = undef$$

## 2.2.1 Frequenzgang (LISA)



## 2.2.2Sprungantwort (LISA)



#### 2.2.3Bodediagramm (LISA)



4dekaden, ane wird immer(?) eingesetzt für omega,  $\rightarrow$  diagramm mit omega als x

### 2.2.4Nykvist Ortskurve (LISA)



### 2.3 Gedämpfter Fall

$$D = 0.8$$
  

$$T_1 = 2 \cdot D \cdot T_2 = 176 \cdot 10^{-6}$$
  

$$R = \frac{2 \cdot D \cdot T_2}{C} = \frac{2 \cdot 0.8 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}} = 14, \dot{6} \Omega$$
  

$$d = 0.8 \cdot \omega_e = 7302, 97$$
  

$$\Omega_e = \sqrt{\omega_e^2 - d^2} = \sqrt{9128, 71^2 - 7302, 97^2} = 5477, 23$$
  

$$\alpha = \arctan \frac{d}{\Omega_E} = \arctan \frac{7302, 97}{5477, 23} = 0,9272$$

## 2.3.1 Frequenzgang (LISA)



## 2.3.2Sprungantwort (LISA)



### 2.3.3Bodediagramm (LISA)



## 2.3.4Nykvist Ortskurve (LISA)

Mit:

ω<sub>min</sub> = 1

5 Dekaden



## 2.4 <u>Kriechfall</u>

$$D=2$$
  

$$T_{1}=2 \cdot D \cdot T_{2}=880 \cdot 10^{-6}$$
  

$$R=\frac{2 \cdot D \cdot T_{2}}{C}=\frac{2 \cdot 2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}}=36, \dot{6} \Omega$$
  

$$d=2 \cdot \omega_{e}=18257, 4$$
  

$$\Omega_{e}=\sqrt{\omega_{e}^{2}-d^{2}}=\sqrt{9128, 71^{2}-18257, 4^{2}}=e^{1,5708i} \cdot 15811, 4$$
  

$$\alpha=\arctan\frac{d}{\Omega_{E}}=\arctan\frac{18257, 4}{e^{1,5708i} \cdot 10741, 7}=e^{-2,44i} \cdot 2,0498$$

### 2.4.1 Frequenzgang (LISA)



### 2.4.2Sprungantwort (LISA)



### 2.4.3Bodediagramm (LISA)



## 2.4.4Nykvist Ortskurve (LISA)

#### Mit:

ω<sub>min</sub> = 1

#### 5 Dekaden



# 3 MultiSIM v7 Simulationen

## 3.1 <u>Schaltbild</u>



## 3.2 aperiodischer Grenzfall



## 3.3 Ungedämpfter Fall



## 3.4 <u>Gedämpfter Fall</u>



## 3.5 <u>Kriechfall</u>



# 4 Einfügen der .sim in Excel

Die Datei musste mit der Repairfunktion von Excel geladen werden und als Spaltentrenner musste das Leerzeichen ausgewählt werden. Auch die Exponentialstelle musste von E000x auf E0x verändert werden (Windows Notepad konnte dies nicht, als alternative wurde Notepad2 verwendet.) Auch die Kommas mussten vom US Standard auf den DIN geändert werden(.  $\rightarrow$  ,)

#### Schrittanleitung:

- 1. in Lisa auf speichern gehen, dann wird eine .sim datei erstellt
- 2. die Datei im Notepad2 öffnen
- 3. Auf "Edit" gehen, dann auf "Replace ... " gehen
- 4. Da dann aus alles E-000, E-0 machen UND aus allen E+000, E+0 machen
- 5. Dann aus allen . (Punkten) ein , (Kommas) machen
- 6. Speichern & dann die datei mit Excel öffnen und
  - a) auf weiter drücken
    - b) "Aufeinanderfolgende Trennzeichen als ein Zeichen behandeln" anklicken
  - c) Tabstopp als Trennsymbol wegklicken
  - d) "Andere" anklicken und ein Leerzeichen als Trennsymbol machen
  - e) Diagramm erstellen

#### z.B.: Kriechfall



#### Erkenntnis