TU Wien

Automatisierung

VU-376.000

# Prüfungen

## Mündlich

### Lösungen

Wir können die Unterlagen von denen wir gelernt haben nicht ändern,
aber wir können der Nachwelt bessere hinterlassen.



1. April 2017

# Inhaltsverzeichnis

Werter Student!

Diese Unterlagen werden dir **kostenlos** zur Verfügung gestellt, damit sie dir im Studium behilflich sind. Sie wurden von vielen Studierenden zusammengetragen, digitalisiert und aufgearbeitet. Ohne der Arbeit der Studierenden wären diese Unterlagen nicht entstanden und du müsstest dir jetzt alles selber zusammensuchen und von schlecht eingescannten oder abfotografierten Seiten lernen. Zu den Beispielen gibt es verschiedene Lösungen, welche du dir auch erst mühsamst raussuchen und überprüfen müsstest. Die Zeit die du in deine Suche und Recherche investierst wäre für nachfolgende Studenten verloren. Diese Unterlagen leben von der Gemeinschaft die sie betreuen. Hilf auch du mit und erweitere diese Unterlagen mit deinem Wissen, damit sie auch von nachfolgenden Studierenden genutzt werden können. Geh dazu bitte auf https://github.com/Painkilla/VU-376.000-Automatisierung/issues und schau dir in der TODO Liste an was du beitragen möchtest. Selbst das Ausbessern von Tippfehlern oder Rechtschreibung ist ein wertvoller Beitrag für das Projekt. Nütze auch die Möglichkeit zur Einsichtnahme von Prüfungen zu gehen und die Angaben Anderen zur Verfügung zu stellen, damit die Qualität der Unterlagen stetig besser wird. LaTeX und Git sind nicht schwer zu lernen und haben auch einen Mehrwert für das Studium und das spätere Berufsleben. Sämtliche Seminar oder Bachelorarbeiten sind mit LaTeX zu schreiben. Git ist ideal um gemeinsam an einem Projekt zu arbeiten und es voran zu bringen. Als Student kann man auf GitHub übrigens kostenlos unbegrenzt private Projekte hosten.
Mit dem Befehl:

```
$ git clone --recursive https://github.com/Painkilla/VU-376.000-Automatisierung.
```

erstellst du eine lokale Kopie des Repositoriums. Du kannst dann die Dateien mit einem LaTeX-Editor deiner Wahl bearbeiten und dir das Ergebnis ansehen. Bist du auf GitHub registriert, kannst du einen Fork (englisch für Ableger) erstellen und mit den Befehlen:

```
$ git commit -m ‘‘Dein Kommentar zu den Änderungen’’
$ git push
```

werden deine Ergänzungen auf deinen Ableger am Server gesendet. Damit deine Ergänzungen auch in das zentrale Repositorium gelangen und allen

Studierenden zur Verfügung stehen, musst du nur noch einen Pull-Request erstellen.

# 1 Systeme und Systemmodelle

# 2 Systemeigenschaften

**Lösung 1.**

$$\underline{A} = \frac{\partial \vec{f}(\vec{x}, \vec{u}, t)}{\partial \vec{x}}\Big|_{x=x_R;\ u=u_R} \tag{2.0.1}$$

$$\underline{B} = \frac{\partial \vec{f}(\vec{x}, \vec{u}, t)}{\partial \vec{u}}\Big|_{x=x_R;\ u=u_R} \tag{2.0.2}$$

$$\underline{C} = \frac{\partial \vec{h}(\vec{x}, \vec{u}, t)}{\partial \vec{x}}\Big|_{x=x_R;\ u=u_R} \tag{2.0.3}$$

$$\underline{D} = \frac{\partial \vec{h}(\vec{x}, \vec{u}, t)}{\partial \vec{u}}\Big|_{x=x_R;\ u=u_R} \tag{2.0.4}$$

$$\Delta\dot{\vec{x}} = \underline{A}\Delta\vec{x} + \underline{B}\Delta\vec{u} \tag{2.0.5}$$

$$\Delta\vec{y} = \underline{C}\Delta\vec{x} + \underline{D}\Delta\vec{u} \tag{2.0.6}$$

**Lösung 2.**

$$det(\underline{A} - \lambda \underline{E}) = 0 \tag{2.0.7}$$

Die Dynamikmatrix ist global asymptotisch stabil, wenn der Realteil von allen Eigenwerten negativ ist.

**Lösung 3.**

Die Transitionsmatrix kann über die Laplace-transformierte von

$$\Phi(t) = \mathscr{L}^{-1}\{(s \cdot \underline{E} - \underline{A})^{-1}\} \tag{2.0.8}$$

bestimmt werden. Oder direkt mittels $e^{\underline{A} \cdot t}$ wobei hier $\underline{A}$ in diagonalform vorliegen muss. Dazu werden die Eigenwerte und Eigenvektoren von $\underline{A}$ bestimmt und die Dynamikmatrix in ihre Diagonalfrom Transformiert. $\underline{\tilde{A}} = \underline{V}^{-1}\underline{AV}$ Aus der Diagonalform wird dann die Transitionsmatrix gebildet, welche dann zurücktransformiert wird. $\Phi(t) = \underline{V}e^{\underline{\tilde{A}}t}\underline{V}^{-1}$ Kommen in der Diagonalform Jordanblöcke vor, müssen die wie folgt umgeformt werden:

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 & 1 & 0 \\ 0 & \lambda_1 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_2 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} e^{\lambda_1 t} & t \cdot e^{\lambda_1 t} & 0 \\ 0 & e^{\lambda_1 t} & 0 \\ 0 & 0 & e^{\lambda_2 t} \end{pmatrix} \tag{2.0.9}$$

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 & \beta_1 \\ -\beta_1 & \alpha_1 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} e^{\alpha_1 t}\cos(\beta_1 t) & e^{\alpha_1 t}\sin(\beta_1 t) \\ -e^{\alpha_1 t}\sin(\beta_1 t) & e^{\alpha_1 t}\cos(\beta_1 t) \end{pmatrix} \tag{2.0.10}$$

Eigenschaften der Transitionsmatrix:

$$\underline{\Phi}(0) = \underline{E} \tag{2.0.11}$$

$$\underline{\Phi}(t+s) = \underline{\Phi}(t)\underline{\Phi}(s) \tag{2.0.12}$$

$$\underline{\Phi}(t)^{-1} = \underline{\Phi}(-t) \tag{2.0.13}$$

$$\frac{\partial \underline{\Phi}(t)}{\partial t} = \underline{A} \cdot \underline{\Phi}(t) \tag{2.0.14}$$

**Lösung 4.**

Wenn es sich um ein Phasenminimales System handelt $\Re\{\lambda_i\} < 0$, kann die Übertragungsfunktion alleine aus dem Amplitudenfrequenzgang oder dem Phasenfrequenzgang ermittelt werden. $\xi = \frac{10^{\frac{-\Delta dB}{20}}}{2}$

**Lösung 5.**

Der Anfangszustand lässt sich dann aus einer Linearkombination der Eigenvektoren angeben. $\vec{x}_0 = \gamma_1 \vec{v}_1 + \gamma_2 \vec{v}_2$ Es entsteht eine Eigenschwingung und $\vec{x}(t)$ lässt sich als $\vec{x}(t) = \gamma_1 e^{\lambda_1 t} \vec{v}_1 + \gamma_2 e^{\lambda_2 t} \vec{v}_2$ angeben. Der Eigenvektor muss invariant gegenüber $\underline{A}$ sein.

**Lösung 6.**

$\Delta\vec{x}$ und $\Delta\vec{u}$ sind kleine Änderungen um die Trajektorie. Die Matrizen $\underline{A}$ und $\underline{B}$ sind zeitvariant.

# 3 Lineare dynamische Systeme

**Lösung 7.**

$$s\vec{X}(s) - \vec{x}_0 = \underline{A}\vec{X}(s) + \underline{B}\vec{U}(s) \tag{3.0.1}$$

$$\vec{X}(s)(s\underline{E} - \underline{A}) = \vec{x}_0 + \underline{B}\vec{U}(s) \tag{3.0.2}$$

$$\vec{X}(s) = (s\underline{E} - \underline{A})^{-1}(\vec{x}_0 + \underline{B}\vec{U}(s)) \tag{3.0.3}$$

$$\vec{Y}(s) = \underline{C}\vec{X}(s) + \underline{D}\vec{U}(s) \tag{3.0.4}$$

$$\vec{Y}(s) = \underline{C}(s\underline{E} - \underline{A})^{-1}\vec{x}_0 + (\underline{C}(s\underline{E} - \underline{A})^{-1}\underline{B} + \underline{D})\vec{U}(s) \tag{3.0.5}$$

$$\mathscr{L}^{-1}\{\vec{Y}(s)\} = \underline{C}\Phi(t)\vec{x}_0 + \underline{C}\int\limits_0^t \Phi(t-t')\underline{B}\vec{u}(t')dt' + \underline{D}\vec{u}(t) \tag{3.0.6}$$

**Lösung 8.**

**Lösung 9.**

**Lösung 10.**

**Lösung 11.**

**Lösung 12.**

**Lösung 13.**

**Lösung 14.**

**Lösung 15.**

# 4 Der Regelkreis

**Lösung 16.**

**Lösung 17.**

**Lösung 18.**

**Lösung 19.**

**Lösung 20.**

**Lösung 21.**

**Lösung 22.**
Geht entlang 0 bis zu $\omega_c$, folgt dann $L(s)$

**Lösung 23.**

**Lösung 24.**

**Lösung 25.**

**Lösung 26.**

**Lösung 27.**

**Lösung 28.**

**Lösung 29.**
Störungsübertragungsfunktion aufstellen und den Betrag des geschlossenen Kreises so wählen damit gilt $|e| < 0,3$.

# 5 Das Frequenzkennlinienverfahren

**Lösung 30.**

**Lösung 31.**

# 6 Der Digitale Regelkreis

**Lösung 32.**

**Lösung 33.**

**Lösung 34.**

**Lösung 35.**

**Lösung 36.**

**Lösung 37.**

**Lösung 38.**

**Lösung 39.**

**Lösung 40.**

**Lösung 41.**

**Lösung 42.**

**Lösung 43.**

**Lösung 44.**

Man muss $x_{k+1} = x_R$ und $x_k = x_R$ setzen

**Lösung 45.**
$4\sin(4kT_a)$

# 7 Erreichbarkeit/Beobachtbarkeit

**Lösung 46.**

**Lösung 47.**

**Lösung 48.**

VBP-Test, Beobachtbarkeitsmatrix, Hankelmatrix..

**Lösung 49.**

**Lösung 50.**

H ist das Produkt der beiden

**Lösung 51.**

**Lösung 52.**

# 8 Zustandsregler/Zustandsbeobachter

**Lösung 53.**

**Lösung 54.**

**Lösung 55.**

**Lösung 56.**

**Lösung 57.**

**Lösung 58.**

Kürzt sich sonst mit Integrator und darf sowieso nicht gekürzt werden wegen interner Stabilität

**Lösung 59.**
Wenn System vollständig beobachtbar ist, können die Eigenwerte frei plaziert werden. Durch Ackermann, bzw. Polvorgabe direkt wenn es in der Beobachtbarkeitsnormalform vorliegt.

**Lösung 60.**

**Lösung 61.**

**Lösung 62.**

**Lösung 63.**