

Tentamen Fysische Systemen voor TBK

27-6-2011, 18.30-21.30 uur

Naam:

Studentnummer:

Het gebruik van dictaat, boeken etc. en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Vraag 1 Bedrijfsdynamica (20pt)

Een productielijn bestaat uit 4 stations met elk 1 machine. Station 2 heeft een procestijd van 3 uur per taak, terwijl de andere machines 2 uur doen over een taak. We nemen de throughput als maat voor de performance van deze lijn.

- a. Geef de definitie van de bottleneck rate, r_b , en bereken deze voor bovengenoemde lijn. Doe hetzelfde voor de ruwe bewerkingstijd T_0 (definitie en berekening). **(4 pt)**

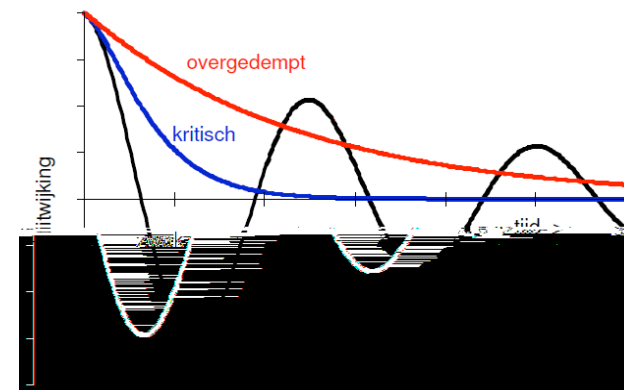
- b. Hoe veranderen r_b en T_0 als we een tweede machine aan station 2 toevoegen? Welke invloed heeft dit op de performance? **(3pt)**

- c. Geef aan hoe deze lijn gebalanceerd kan worden. Welke invloed heeft dit op de performance? **(2 pt)**

Bovenstaand bedrijf maakt deel uit van een supply chain, die onderhevig kan zijn aan oscillatie effecten. Tijdens een dergelijke instabiliteit laat het systeem zich voor dit bedrijf beschrijven met de volgende differentiaal vergelijking:

$$\frac{d^2 q_i(t)}{dt^2} + \frac{(\beta + \varepsilon)}{T} \frac{dq_i(t)}{dt} + \frac{\alpha}{T} q_i(t) = \frac{1}{T} \left(\alpha \cdot q_{i+1}(t) + \beta \frac{dq_{i+1}(t)}{dt} \right)$$

- d. Geef in de differentiaalvergelijking aan welke termen de demping en de eigenfrequentie van dit bedrijfskundige systeem vertegenwoordigen. Bereken γ en ω_0 . De term aan de rechterkant van het gelijkteken vertegenwoordigt de aandrijvende kracht van dit bedrijf. Wat vertegenwoordigt dit in bedrijfskundige termen? **(4 pt)**



- e. In bovenstaande figuur zijn 3 typen bedrijfskundige, gedempte systemen weergegeven. Welk type demping is vanuit management perspectief wenselijk? **(2 pt)**

Voor opgaven f) en g), zie blad 2!!!

f. Bij een zwak gedempte oscillatie kan er voor supply chain partners een ongewenst effect optreden. Hoe heet dit effect? Zal dit met name up- of downstream optreden? **(2 pt)**

g. Noem drie gangbare oorzaken van het onder f genoemde effect. **(3 pt)**

Tentamen Fysische Systemen voor TBK

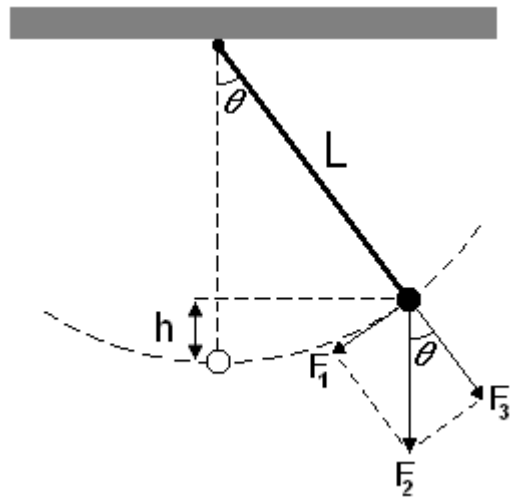
27-6-2011, 18.30-21.30 uur

Naam:

Studentnummer:

Het gebruik van dictaat, boeken etc. en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Vraag 2 Mechanische Oscillaties (zonder demping) (20pt)



In de figuur is de schematische weergave te zien van een mathematische slinger met puntmassa $m=2$ kg, opgehangen in een vast punt met een massaloze, onvervormbare draad met lengte $L=0.4$ m. Neem aan dat er geen wrijving is, dat $g=10$ m/s² en dat als $\theta=0^\circ$ de slinger in de evenwichtsstand staat.

- a. Bepaal de krachten F_1 , F_2 en F_3 op de massa aan de slinger bij een uitwijking van 20° en geef de bewegingsvergelijking die deze beweging beschrijft weer. (4pt)

Een mogelijke oplossing voor deze vergelijking is: $\theta=\theta_0 \sin(\omega t + \pi/2)$

- b. Laat zien dat dit de oplossing is van de bewegingsvergelijking. (4pt)

- c. Bepaal de trillingstijd van deze slinger. (4pt)

- d. Bereken de uitwijking h uit de evenwichtsstand op $t=\pi/3$, als de slinger is losgelaten op $t=0$ onder een hoek van 35° . Als u bij c) niet tot een antwoord bent gekomen, neem dan aan dat $T=1$ s en dat $\omega=2\pi$ rad/s. (4pt)

- e. Bereken de totale energie van het systeem beschreven in deel d). Leg met behulp van de totale energie van dit systeem uit waarom de maximale uitwijking niet afneemt in de loop van de tijd. (4pt)

Tentamen Fysische Systemen voor TBK

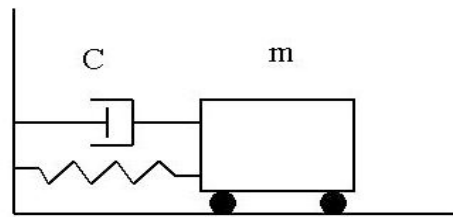
27-6-2011, 18.30-21.30 uur

Naam:

Studentnummer:

Het gebruik van dictaat, boeken etc. en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Vraag 3 Mechanische Oscillaties (met demping) (20pt)



Een karretje die horizontaal gespannen is aan een veer wordt hierboven schematisch weergegeven, waarbij de demper de invloed van de wrijving voorstelt (De rolwrijving e.d. als gevolg van de wielen mag worden verwaarloosd). De massa van het karretje is 2 kg, de wrijving neemt toe als gevolg van de snelheid en is gelijk aan een constante C x de snelheid waar $C=2$ ($-2 \cdot dx/dt$) en de veerconstante, k , is gelijk aan 1 N/m. Op tijdstip $t=0$ wordt het karretje een afstand A uitgerekt en dan losgelaten.

- a. Wat is de differentiaalvergelijking die deze beweging beschrijft? (als u het niet weet kunt u altijd beginnen met de krachten om dit af te leiden). (4pt)

- b. Wat is dan de waarde van de dempingsfactor γ en de eigenfrequentie ω_0 ? (4pt)

De oplossing van de bewegingsvergelijking is van de vorm:

$$x(t) = Ae^{-\gamma t} \cos(\omega t)$$

- c. Laat zien dat dit de goede oplossing is van de differentieële vergelijking. (4pt)

- d. Als het karretje een afstand A wordt uitgerekt en dan losgelaten is de positie $x(t)$ van de karretje na 5 s gelijk aan -1 m. Hoe groot is de afstand waarmee het karretje werd uitgerekt van de evenwichtspositie? (4pt)

Als geen waarde voor $\gamma(\omega)$ is berekend, ga er dan van uit dat deze 1 (0.5) is.

- e. Nu wordt het karretje aangedreven door een externe kracht van de vorm $F_0 \cos \omega t$, waarbij ω de hoeksnelheid van deze aandrijving is. Bij welke ω is de amplitude van de respons het grootst? Hoe heet dit verschijnsel? (4pt)

Tentamen Fysische Systemen voor TBK

27-6-2011, 18.30-21.30 uur

Naam:

Studentnummer:

Het gebruik van dictaat, boeken etc. en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

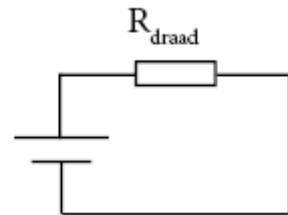
Vraag 4 Elektrische circuits, tijdsafhankelijk (20pt)

Gegeven formule: $R = \rho \frac{L}{A}$

Het bedrijf 'LekkerWarm BV' verkoopt 2 soorten straalkachels, genaamd Straalkachel Premium en Straalkachel Deluxe. Beide straalkachels zijn gemaakt om op het lichtnet (230V) te worden aangesloten. Straalkachel Premium heeft een vermogen van 450W.

De Straalkachel Premium bestaat uit een verwarmingsdraad van een nikkel/chroom legering. Nichroom heeft een soortelijke weerstand van $120 \cdot 10^{-8}$ Ohm m. De straal van de draad is 0,5 mm.

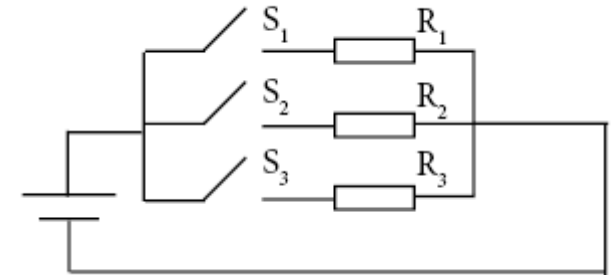
De Straalkachel Premium kan vereenvoudigd worden afgebeeld in onderstaande schakeling:



a. Bereken de benodigde lengte van de verwarmingsdraad voor de Straalkachel Premium. (4pt)

Straalkachel Deluxe heeft 5 standen, onderstaande tabel laat de verschillende standen zien met het daarbij horende vermogen.

| Stand | Vermogen | Gesloten schakelaars |
|-------|----------|----------------------|
| I | 200W | S1 |
| II | 300W | S2 |
| III | 450W | S3 |
| IV | 650W | ?? |
| V | 950W | ?? |



b. Bereken de weerstand R van de verwarmingsdraden voor de standen I, II en III. (3pt)

Straalkachel Deluxe heeft 3 verwarmingsdraden voor de standen I, II en III.

Voor de standen IV en V zijn geen aparte verwarmingsdraden aanwezig.

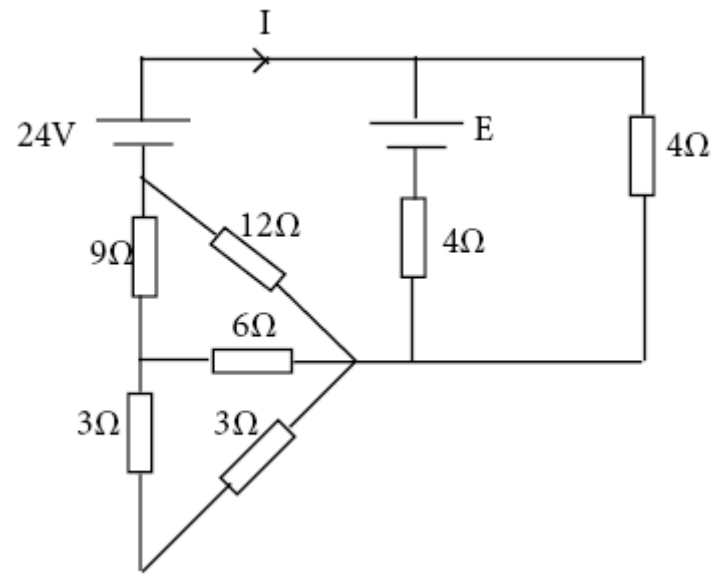
c. Wat zijn de formules voor vervangingsweerstand voor twee weerstanden die in serie en in parallel geplaatst zijn? (2pt)

Voor onderdelen d), e) en f), zie blad 2!!!

d. Hoe schakelt de Straalkachel Deluxe in stand IV en V (ofwel welke schakelaars zijn gesloten)?
Laat via de vervangingsweerstand zien dat het vermogen klopt voor stand IV en V. (4pt)

e. Schrijf de wetten van Kirchhoff voor stroom en spanning op. (3pt)

f. Hoe groot moet de batterijspanning E in het onderstaande circuit zijn, zodat de stroom door de weerstand van $4\ \Omega$ gelijk is aan 2,5 A. (4pt)



Tentamen Fysische Systemen voor TBK

27-6-2011, 18.30-21.30 uur

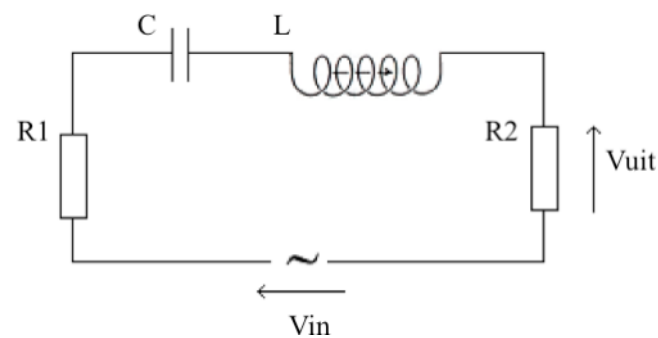
Naam:

Studentnummer:

Het gebruik van dictaat, boeken etc. en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Vraag 5 Elektrische Oscillaties (tijdsafhankelijk) (20pt)

Beschouw onderstaand elektrisch circuit waarbij het ingangssignaal een sinusvormige wisselspanning is : $V_{in} = 12 \cdot e^{i\omega t}$, $f=100$ Hz.



Verder geldt $R1 = 50$ Ohm, $C = 20 \mu\text{F}$, $L = 100$ mH en $R2 = 20$ Ohm. De spanning over $R2$ vormt het uitgangssignaal.

a. Bereken de totale impedantie van bovenstaande schakeling. (4pt)

b. De overdracht $|A|$ van bovenstaande schakeling is gedefinieerd als $|V_{uit}/V_{in}|$. Geef deze overdracht in dB. Vergeet niet dat A uiteindelijk de verhouding van de impedanties is. (4pt)

c. Geef nu de uitdrukking voor V_{uit} . (4pt)

d. Wat is het faseverschil ϕ tussen ingangs- en uitgangssignaal? (4pt)

e. Bij welke frequentie van het ingangssignaal treedt er resonantie op? (4pt)

Antwoorden:

Vraag 1) Bedrijfsdynamica

- a) Bottleneck rate: productie (#onderdelen of jobs/ tijdseenheid) van het productiestation met de hoogste utilisatie.

$$r_b = 1/3 = 1/3 \text{ per uur}$$

De ruwe bewerkingstijd (processing tijd) T_0 is gelijk aan de som van de (gemiddelde lange termijn) bewerkingstijden van elk station in de lijn.

$$T_0 = 2 + 3 + 2 + 2 = 9 \text{ uur}$$

- b) $r_b = 1/2 = 1/2$ per uur

T_0 blijft 9 uur

Throughput en dus performance omhoog.

- c) Door de bewerkingstijd van machine 2 ook 2 uur te maken, hierdoor gaat de throughput en dus de performance omhoog. Of 2 machines op werkpunt 2 en 3 op de andere.

- d) De term voor de eerste afgeleide representeert de demping, de derde term – voor q_i de eigenfrequentie.

$$\gamma = \frac{(\beta + \varepsilon)}{2T}; \omega_0 = \sqrt{\frac{\alpha}{T}}$$

De drijvende kracht komt van bedrijf $i+1$ oftewel de klant.

- e) Overgedempt.

- f) Bullwhip effect. Opzwepeffect treedt upstream op

- g) Oorzaken: Forecasting, Bewerking van de orders/ het vraagsignaal, Orders in batches, Lead time, Rantsoenering game by tekorten, Prijsfluctuatie, Promoties/ reclame acties

Vraag 2) Mechanische Oscillaties (zonder demping)

- a) $F_2 = mg = 20 \text{ N}$

$$F_1 = F_2 \sin(20) = 20 \times 0.342 = 6,84 \text{ N}$$

$$F_3 = F_2 \cos(20) = 20 \times 0.9297 = 18,79 \text{ N}$$

- b) Invullen in vergelijking -> klopt

$$c) \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1.26 \text{ s}$$

$$d) \theta = 35 \sin\left(5x \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = 17.5^\circ$$

$$h = L - \cos(17.5^\circ) \times L = 0.0185 \text{ m}$$

e) Geen wrijving \rightarrow totale energie neemt niet af \rightarrow maximale uitwijking ook niet

Vraag 3) Mechanische Oscillaties (met damping)

$$a) 2d^2x/dt^2 + 2dx/dt + x = 0$$

$$b) \omega_0 = \sqrt{1/2}$$

$$\gamma = 1/2$$

c) Invullen en checken.

$$d) A \cdot \exp(-0.5 \cdot 5) \cdot \cos(0.707 \cdot 5) = -1 \text{ then } A = 13.2 \text{ m}$$

e) Bij $\omega = \omega_0$; Resonantie

Vraag 4) Elektrische circuits, tijdsafhankelijk

a) Eerst moet de weerstand worden uitgerekend:

$$L = 76.97 \text{ meter}$$

$$b) I = 264.5 \text{ Ohm}$$

$$II = 176.33 \text{ Ohm}$$

$$III = 117.55 \text{ Ohm}$$

c) $R_v = R_1 + R_2$ in series en $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2$ of $R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ in parallel

d) Stand IV:

Schakelaar S1 en S3 gesloten

Stand V:

Schakelaar S1, S2 en S3 gesloten

$$e) \sum I_i = 0 \quad \sum V_i = 0$$

$$f) E = 10.68 \text{ V}$$

Vraag 5) Elektrische Oscillaties (tijdsafhankelijk)

$$a) Z = R_1 + i\omega L + 1/i\omega C + R_2 = 70 - 16.75i$$

$$b) |A| = |Z_{R_2}/Z| = |(0.27 + 0.065i)| = 0.28 = -5.56 \text{ dB}$$

$$c) V_{\text{uit}} = 3.36 e^{i(\omega t + \phi)}$$

$$d) \phi = \tan^{-1}(0.065/0.27) = 0.23 \text{ rad}$$

$$e) \omega = 707.1 \text{ rad/s } (=112.5 \text{ Hz})$$