Tentamen Fysische Systemen voor TBK

1 - Juli - 2013, 9:00-12:00 uur

AANWIJZINGEN

1. ***Maak de vijf opgaven op vijf losse bladen***
2. *Vermeld naam en studentnummer duidelijk rechts bovenaan ieder ingeleverd blad, samen met welke vraag op dit blad beantwoord wordt.*
3. *Uitwerkingen, die bij een ander blad op staan worden niet meegenomen in de beoordeling.*
4. *Binnen de opgave kan het van belang zijn om de vragen in de gegeven volgorde te beantwoorden.*
5. *Ga systematisch te werk en controleer steeds uw antwoord. Indien u vermoedt dat u een rekenfout hebt gemaakt, geef dit aan. Schrijf steeds duidelijk op hoe u aan uw antwoord komt en vermeld duidelijk alle tussenstappen.*
6. ***Schrijf leesbaar! Onleesbare tekst wordt niet beoordeeld!***

Vraag 1 – Mechanische Oscillaties zonder Demping (20 pt.)

Een lichaam met massa van M is verbonden met een horizontale veer met veerconstante k en beweegt harmonisch met amplitude A. Er mag worden aangenomen dat er geen wrijving (demping) is.

a) Beschrijf de krachtenbalans van het systeem en leid hieruit de differentiaal vergelijking af, die de beweging beschrijft. (5 pt.)

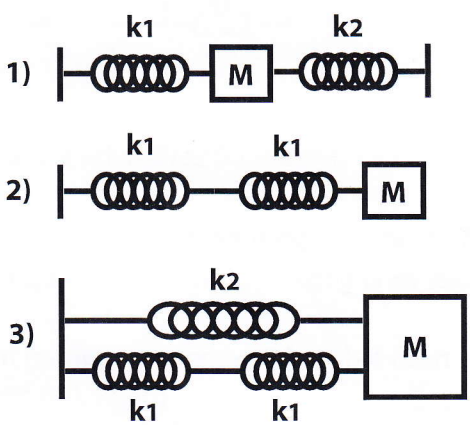
b) Laat zien dat $x(t) = A\sin(\omega t+\alpha)$ een oplossing voor de vergelijking is. (4 pt.)

Het lichaam met massa M = 2 kg voert nu een trilling uit met amplitude A = 20 cm (op t=0 wordt de veer losgelaten en is de uitwijking maximaal). De maximale waargenomen snelheid is 4 m/s.

c) Bereken de veerconstante k en frequentie ω. (4 pt.)

d) Hoeveel tijd na het loslaten van de veer is de potentiële energie voor het eerst de helft van de totale energie? (4 pt.)

e) Wat is de effectieve veerconstante voor de onderstaande massa-veer systemen (1,2,3)? Let op dat niet alle veren dezelfde veerconstanten hebben. (3 pt.)



$k_1 - k_2$

$2k_1$

$\frac{k_2 + 2k_1}{2}$

Ekinetisch

Epotentiaal

Ekinetisch

Vraag 2 – Mechanische Trilling met Demping (20 pt.)

De differentiaalvergelijking die een gedempte oscillatie beschrijft is gegeven door

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\gamma\frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2\, x(t) = 0 \qquad (1)$$

a) Wat is de oplossing van deze differentiaal vergelijking in het geval dat $\gamma < \omega_0$? (3 pt.)

b) Waarom is deze oplossing niet meer geldig als $\gamma > \omega_0$? (2 pt.)

c) Neem nu aan dat $\gamma > \omega_0$. We hebben nu een nieuwe oplossing nodig. Gebruik de probeerfunctie $x(t) = Ce^{\lambda t}$. Leidt de vergelijking waar λ aan moet voldoen af door de probeerfunctie in te vullen in de differentiaalvergelijking (1). Treed er nog oscillatie op in dit geval? (4 pt.)

d) Wat gebeurt er met de oplossing bij vraag a) als $\gamma = \omega_0$? Is dit nu nog steeds een geldige oplossing van de vergelijking (1)? Licht uw antwoord toe. (3 pt.)

e) Wat gebeurt er met de oplossing bij vraag c) als $\gamma = \omega_0$? (Hint, los eerst de vergelijking waar λ aan moet voldoen op en vul het antwoord terug in de probeerfunctie) Is dit nu nog steeds een geldige oplossing van de vergelijking (1)? (4 pt.)

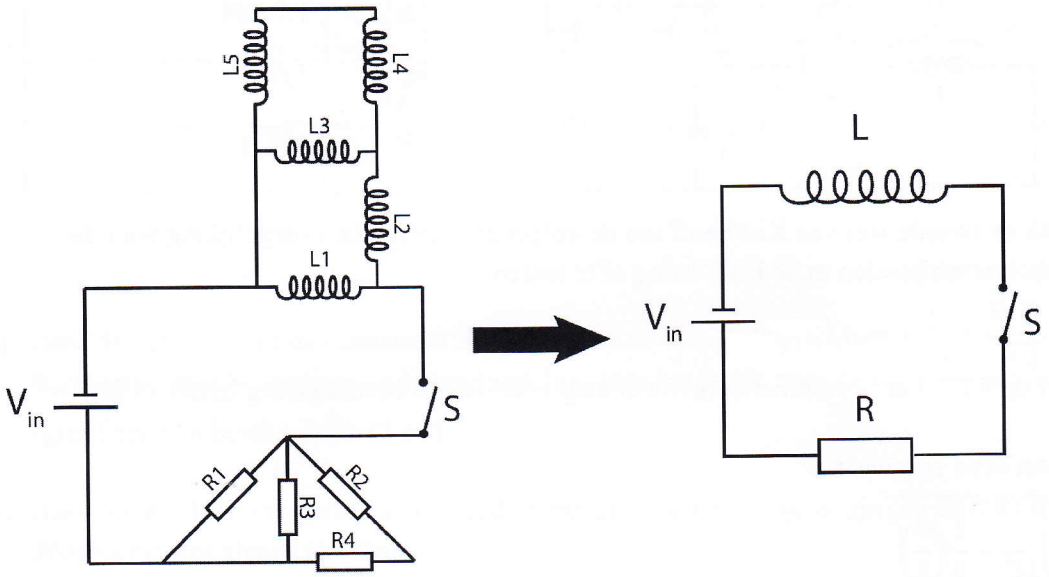
f) Laat zien dat $x(t) = Ae^{-\gamma t} + Bte^{-\gamma t}$ de meest algemene oplossing van (1) is als $\gamma = \omega_0$. (4 pt.)

Vraag 3 – Elektrisch Circuit - Gelijkspanning (20 pt.)

a) Geef de uitdrukking voor de spanningsval over een spoel en over een weerstand (V_L en V_R). (4 pt.)

b) Leid de formule af voor de vervangingswaarde van twee parallel geschakelde spoelen en idem voor twee in serie geschakelde spoelen. (4 pt.)

c) De twee onderstaande schakelingen zijn equivalent. Leid de uitdrukking af voor R (als functie van R1 t/m R4) en voor L (als functie van L1 t/m L5). (4 pt.)



Op t=0 wordt schakelaar S gesloten.

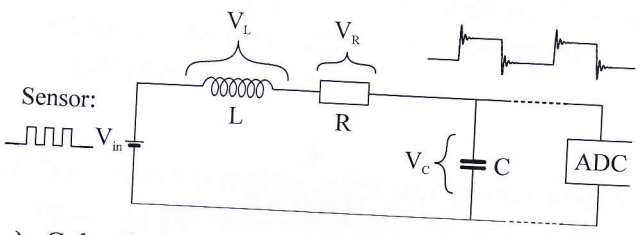
d) Geef de differentiaal vergelijking voor het rechter circuit. Laat vervolgens zien dat $I(t) = I_0(1 - e^{-tR/L})$ een oplossing is en leid de uitdrukking voor I_0 af. (5 pt.)

e) Leid een formule af voor de tijd die het duurt om de stroom in het circuit te halveren t.o.v. de stroom op t=0. (3 pt.)

Vraag 4 – Elektrisch circuit - wisselspanning (20 pt.)

In een industriële omgeving moet een gepulste spanning van een sensor gemeten worden vanaf een grote afstand. De spanning wordt gemeten door een gevoelige Analoog-Digitaal-Converter (ADC).

Omdat de meetkabels erg lang zijn werken ze door de zelfinductie zoals een spoel (in de figuur aangegeven met L). De ADC zelf beïnvloedt het circuit niet, maar de ingang van de ADC gedraagt zich als een condensator (aangegeven met C). Omdat de gepulste spanning zorgt voor inschakelverschijnselen aan het begin en aan het eind van elke puls is er aan het circuit een weerstand (aangegeven met R) toegevoegd.



V_{in}	Afwisselend 0V /1V
L	1.0 mH
C	1.0 nF
R	400 Ω

a) Gebruik de tweede wet van Kirchhoff om de volgende differentiaal vergelijking voor de inschakelverschijnselen in de LRC-kring af te leiden:

$$\frac{d^2I}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC}I = 0$$

(omdat de ADC het circuit niet beïnvloedt mag u die buiten beschouwing laten). (5 pt.)

b) Gegeven deze voorwaarde:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{1}{4}\left(\frac{R}{L}\right)^2}$$

Laat zien dat de bij onderdeel a) gegeven differentiaalvergelijking de volgende oplossing heeft: $I(t) = I_0 e^{-\frac{1R}{2L}t} \sin(\omega t)$. (5 pt.)

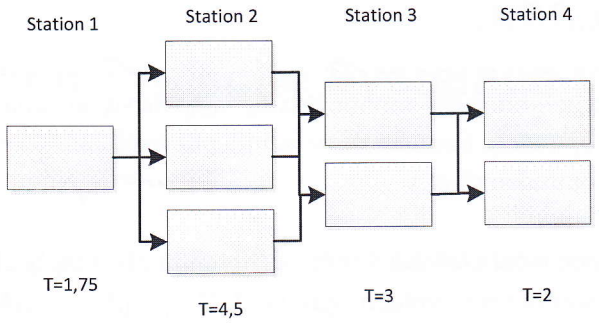
c) Bereken hoe lang het duurt voordat de amplitude van de trilling is gereduceerd (uitgedempt) tot 5% van de beginwaarde? (5 pt.)

De ADC blijkt niet tegen negatieve spanningen te kunnen. In de bovenstaande grafiek (rechtsboven circuit) is te zien dat de spanningsoscillatie een paar keer de nullijn doorkruist aan het eind van elke puls. Om dit te verhelpen moet de weerstand groter genomen worden, echter moet de puls ook zo snel mogelijk terugkeren naar de evenwichtspositie.

d) Bereken hoe groot de weerstand moet zijn zodat de spanning ***net*** niet meer onder nul komt én tegelijk ook zo snel mogelijk terugkeert naar de evenwichtspositie. (5 pt.)

Vraag 5 – Bedrijfsdynamica (20 pt.)

VGA is een bedrijf dat printplaten produceert op een productielijn. Deze productielijn is hieronder gegeven en bestaat uit 4 stations. Station 1 bestaat uit 1 machine, station 2 uit drie machines, station 3 uit 2 machines en station 3 uit 2 machines. Wanneer een station uit meerdere machines bestaat, kunnen bewerkingen hier parallel worden uitgevoerd. Onder ieder station is de bewerkingstijd T per station weergegeven in uren.



a) Geef de definitie van de bottleneck rate, r_b. Wees zo exact mogelijk in uw bewoording. Bereken r_b voor bovengenoemde productielijn. Doe hetzelfde voor de ruwe bewerkingstijd, T_0(definitie en berekening). (2 pt.)

b) Hoeveel Work-In-Progress dient er in de productielijn aanwezig te zijn om de maximale doorvoer (throughput) te behalen? (2 pt.)

c) Geef de definitie van critical Work-in-Progress W_0. Ervan uitgaande dat we een productielijn bekijken waarop de best-case performance van toepassing is, wat gebeurt er met de Cycle Time als een hogere waarde van W_0wordt genomen? Geef dit grafisch weer. (4 pt.)

d) De Practical-Worst-Case situatie wordt vaak gebruikt voor het beoordelen van de performance van een productielijn. Geef de formules van de Practical-Worst-Case voor de Cycle Time en Throughput rate en bereken beide. Kies een w gelijk aan 5. (2 pt.)

Voor de volgende deelvraag (e) verlaten we de productielijn van VGA en beschouwen een algemeen productiesysteem.

e) Geef een voorbeeld van een analogie tussen een bedrijfskundig systeem en een electrisch circuit. Beschrijf 'link' tussen de verschillende componenten in beide systemen. (2 pt.)

$R = \frac{U}{I}$

VGA maakt deel uit van een supply chain en deze keten kan onderhevig zijn aan oscillaties. De differentiaalvergelijking voor een supply chain in het bedrijfsdynamica domein is als volgt:

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

f) In het mechanische systeem beschrijft x de posistie van de massa. In een electrisch systeem is het de stroomsterkte I, die de centrale variable in de differentiaalvergelijking vormt. In de supply chain beschouwen we q_i. Geef aan wat q_i precies representeert (definitie). Wat is het verschil tussen q_i en q_{i+1}? (2 pt.)

g) Voor de differentiaalvergelijking, die van toepassing is op de supply chain van VGA, kunnen drie soorten oscillaties optreden. Benoem de verschillende oscillatietypes en geef aan onder welke voorwaarden ze optreden.(3 pt.)

zwak, kritisch, overgedempt

h) Het Bullwhip effect is een reëel probleem voor bedrijven in een supply chain. Noem vier oorzaken die dit effect veroorzaken volgens **Lee et al**. (*Mogelijke oorzaken genoemd in andere bronnen dienen buiten beschouwing gelaten te worden. Zij leveren geen punten op.*)
Als de oscillaties optreden, in welke richting langs de supply chain treedt versterking van het effect op? (3 pt.)

- forecasting
- bestellen in batches
- fluctuatie v.d. vraag.
- aanbiedingen.