Namn: n/a
Personnummer: n/a
Kurskod: n/a
Kursansvarig:: n/a

Partikel
Projekt
August 24, 2023

---

1 Introduction

Vi betraktar en modell av en tvättmaskin enligt angiven figur. Det finns en klump med våta kläder med massan m inuti maskinen som skapar en obalans när maskinen roterar. Massan av maskinens roterande del utan kläder är M och lasttrummans radie är r. Rotationsdelens rörelse styrs och dämpas av ett system som kan modelleras med fjädrar och dämpare enligt figuren, där k och c är fjäderkonstanten respektive dämpningskonstanten.

2 Friläggning

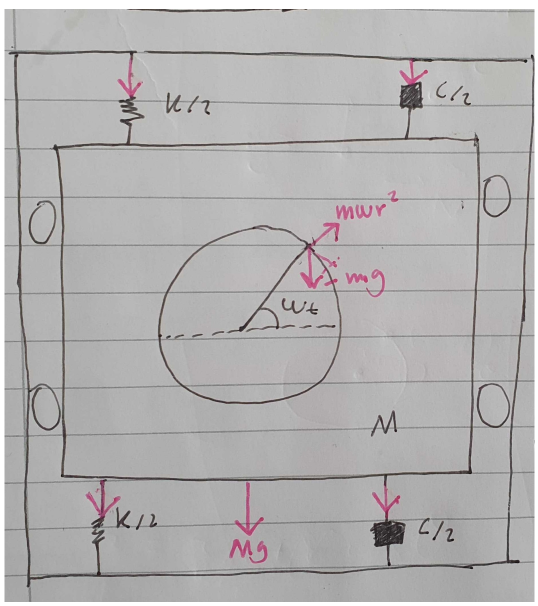

Figure 1: Caption

3 Kraftekvationer för den fria delen

Vi har att

$$M\frac{d^2y}{dt^2}+m\frac{d^2}{dt^2}(y+r\sin\omega t)=-ky-c\frac{dy}{dt} \tag{1}$$

där M och m är massorna för den ickeroterande delen respektive roterande delen av tvättmaskinen. Efter förkortning får vi följande svägningsekvation;

$$\ddot{y}+\frac{c\dot{y}}{M+m}+\frac{ky}{M+m}=\frac{m}{M+m}r\cdot w^2\sin(wt) \tag{2}$$

Detta ger $2\zeta\omega_n=\frac{c}{M+m}$ och $\omega_n^2=\frac{k}{M+m}$ vilket slutligen ger oss

$$\ddot{y}+2\zeta\omega_n\dot{y}+\omega_n^2y=\frac{m}{M+m}r\omega^2\sin\omega t \tag{3}$$

Ekvationen är en icke-homogen, vi har därför en lösning på formen $r(t)=r_p(t)+r_h(t)$ Den homogena lösningen erhålles genom att sätta HL till 0 i vår ekvation. Så vi har då

$r_h(t)=\ddot{y}+\frac{c\dot{y}}{M+m}+\frac{ky}{M+m}=0\implies y_h(t)=e^{-\zeta\omega_nt}\left(A\cos\left(\omega_dt\right)+B\sin\left(\omega_dt\right)\right)$ Vilket är lösningen till den homogena ekvationen. $y_p(t)=X\sin(\omega t-\delta)$ Där amplituden X och fasvinkeln δ ges av: $X=\frac{\frac{m}{M+m}r\cdot\omega^2}{\sqrt{(\omega_n^2-\omega^2)^2+(2\zeta\omega_n\omega)^2}}$ Där fasvinkel ges av $\delta=\tan^{-1}\left(\frac{2\zeta\omega_n\omega}{\omega_n^2-\omega^2}\right)$

4 fråga (d) and (e)

Kraften från fjädern F_s och dämparen F_d ges av:

1. $F_s=ky(t)$ - Kraften som fjädern utövar är proportionell mot förskjutningen $y(t)$, med proportionalitetskonstanten k (fjäderkonstanten).

2. $F_d=c\dot{y}(t)$ - Kraften som dämparen utövar är proportionell mot hastigheten $\dot{y}(t)$, med proportionalitetskonstanten c (dämpningskonstanten).

Om vi antar att systemets respons är av formen $y(t)=A\sin(\omega t-\delta)$, där A är amplituden, ω är frekvensen, t är tiden och δ är fasförskjutningen, då blir dess första derivata (hastigheten) $\dot{y}(t)=A\omega\cos(\omega t-\phi)$ Då blir kraften från fjädern och dämparen:

1. $F_s=kA\sin(\omega t-\delta)$

2. $F_d=cA\omega\cos(\omega t-\delta)$

Den totala kraften F som överförs till maskinens sidor är summan av dessa två:

Den totala kraften F som överförs till maskinens sidor är summan av dessa två: $F=F_s+F_d=kA\sin(\omega t-\delta)+cA\omega\cos(\omega t-\delta)$

För att bestämma den totala kraften som överförs till maskinens sidor, kraften är maximal antingen när $\sin(\omega t-\delta)$ eller $\cos(\omega t-\delta)$ är lika med 1. Så vi kan skriva den maximala kraften som: $F_{\max}=kA+cA\omega$, vi söker kraften till beloppet då de olika krafterna kan vara föskjutna och därmed vara maximala vid olika tidpunkter därmed har vi $F_{\max}=\sqrt{(kA)^2+(cA\omega)^2}$

5 Kod

Listing 1: foo

```
m = 10; % massan klader
M = 20; % massan utan klader
r = 0.25; % radius
k = 1000; % spring
c = 15; % damper
w = 250*2*pi/60; % rpm
w_n = sqrt(k/(M+m)); % naturlig frekvens
xi = c/(2*w_n*(M+m)); % weird greek symbol
X = ((m/(M+m))*r*w^2)/(sqrt((w_n^2-w^2)^2+(2*xi*w_n*w)^2)); % amplitud
a = atan((2*w_n*w)/(w_n^2-w^2)); % fas vinkeln
t = 1:0.01:10; % tid punkter
y = X*sin(w*t-a);
F_Y_stat = abs(k*X*sin(w*t-a)+c*X*cos(w*t-a));
F_X_stat = abs(m*cos(w*t)*w^2*r);
% plot(t,y);
plot(t,F_X_stat)
```