

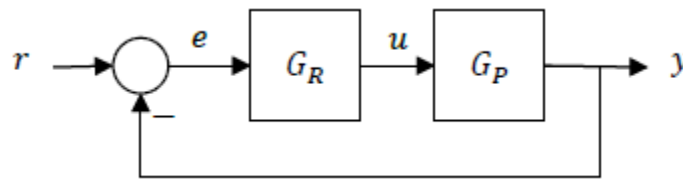
Lab 2 - Rapport

Oliver Högberg, olihgb-7

Sammanfattning

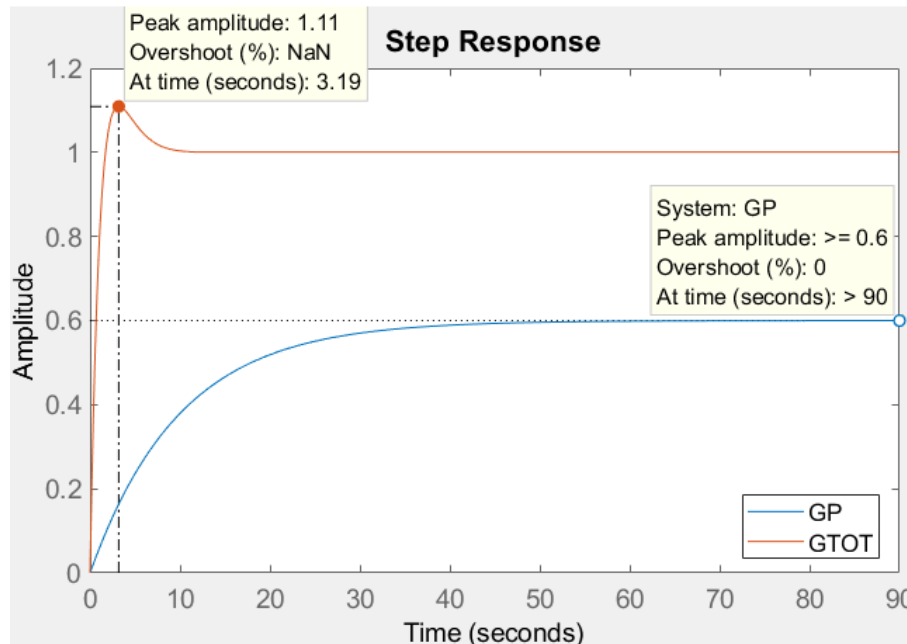
I denna laboration så skulle två olika modeller av system som beskriver en bils funktioner analyseras. Det första var en modell för en bil med en farthållare där en en modell från gaspådrag till hastighet samt en PI-regulator användes för att beskriva bilen. Det andra var en modell av en bils hjulupphängning som använde en kvartsbilsmodell för att illustrera fjädringen i en bil.

Bil med farthållare



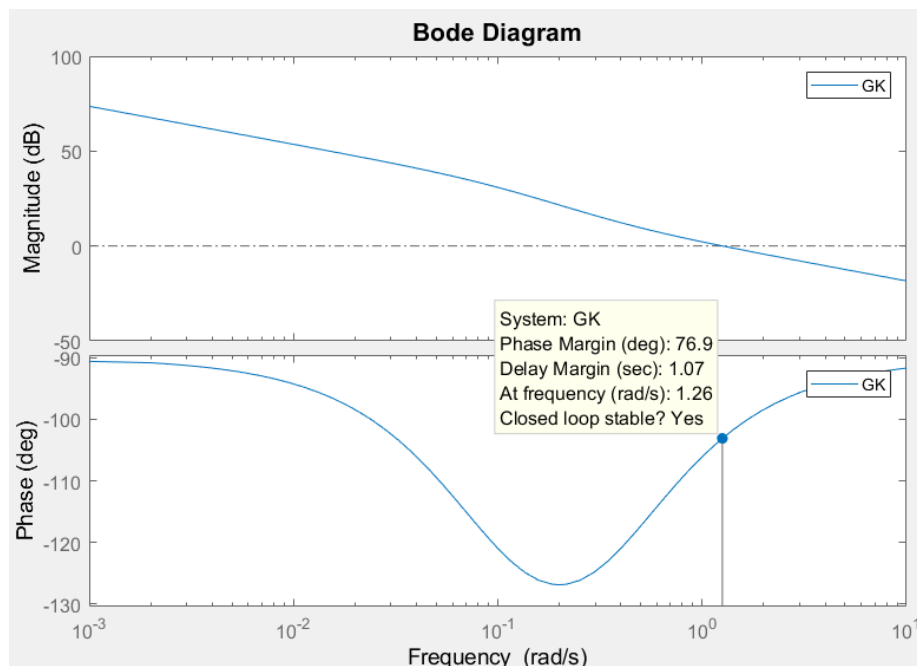
Figur 1 - Modell för bil med farthållare

Utifrån modellen i figur 1 så skulle en analys utföras på en bil med farthållare. Här bestämdes farthållaren som $G_R(s) = \frac{KT_I s + K}{T_I s}$, där $K = 20$, $T_I = 2.5$ samt överföringsfunktionen från gaspådrag till hastighet $G_P(s) = \frac{0.6}{10s + 1}$. Servosystemets överföringsfunktion togs även fram till $G_{TOT} = \frac{G_R G_P}{1 + G_R G_P}$. Utifrån dessa överföringsfunktioner så kunde stegsvaren illustreras i figur 2.



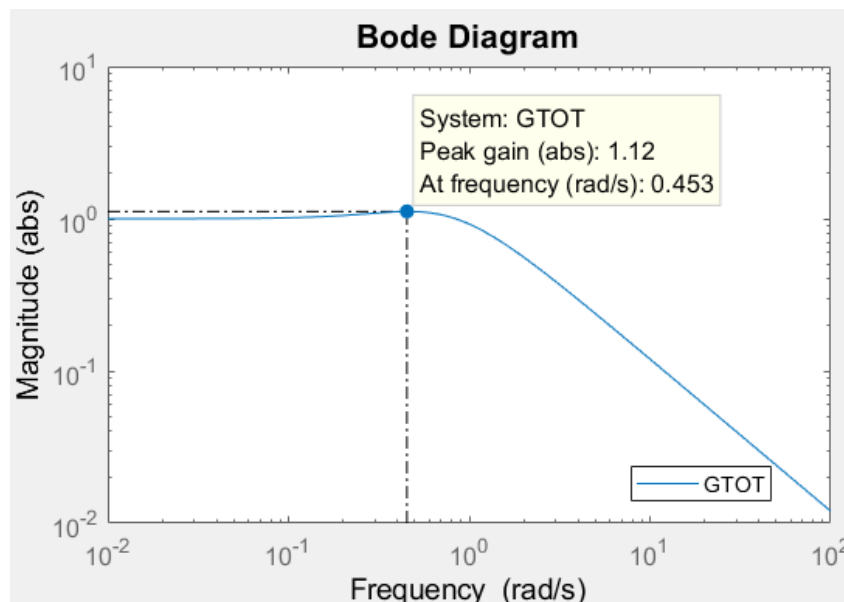
Figur 2 - Stegsvär för G_P och G_{TOT}

Med hjälp av figur 2 och med verktygen som hittades under *Characteristics* i LTI Viewer så kunde processens statiska förstärkning uppskattas till 0.6. Det slutna systemets max amplitud uppskattades till 1.11 och slutamplituden till 1. Det ger en översväng på 11%. Invägningstiden uppskattades till ca 5.71 sekunder (utifrån $\pm 5\%$ av slutvärdet).



Figur 3 - Bodediagram för kretsöverföringen (G_K)

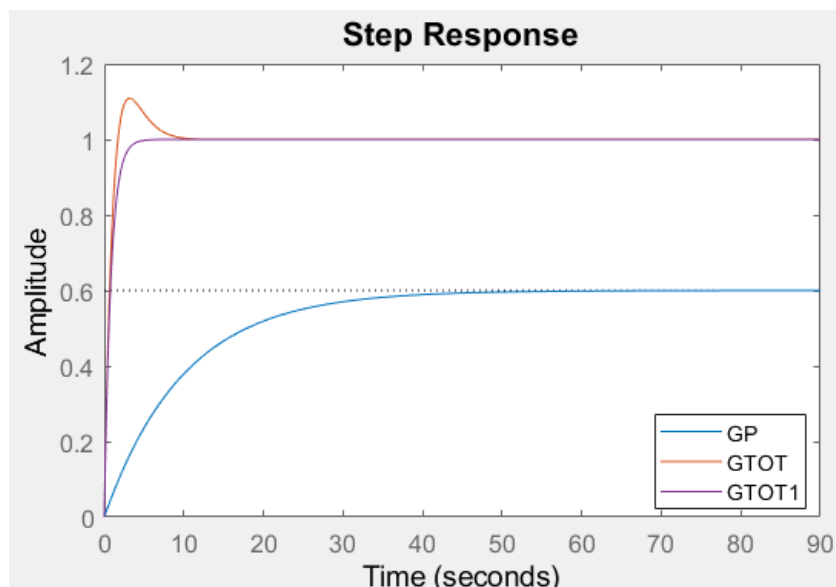
I figur 3 visas bodediagrammet för kretsöverföringen $G_K = G_P \cdot G_R$. Utifrån denna figur så kan fasmarginalen bestämmas till 76.9° .



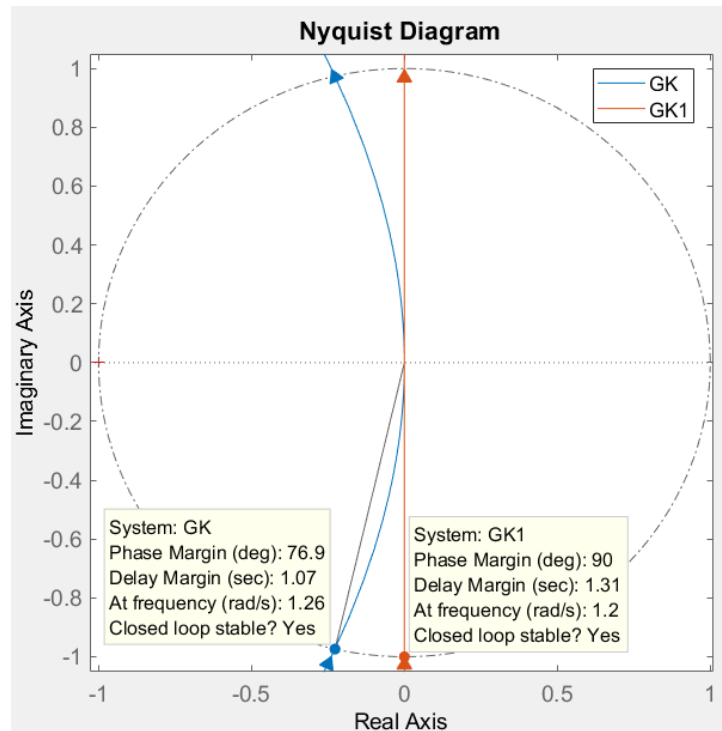
Figur 4 - Bode Magnitude-diagram för servosystemet (G_{TOT})

I figur 4 så visas Bode Magnitude-diagrammet för servosystemet. Utifrån denna figur så bestämdes resonanstoppen till 1.12.

Efter att dessa analyser genomförts så skulle regulatoren dimensioneras för att försöka åtgärda det slutna systemets översväng. Översvängen kunde åtgärdas genom att ändra integraltiden, vilket i detta fall var genom att öka den. Ökningen ögonsmåttades tills översvängen såg ut att försvinna, vilket var runt $T_I=10$. Därför valdes T_I till 10. Detta illustreras i figur 5.

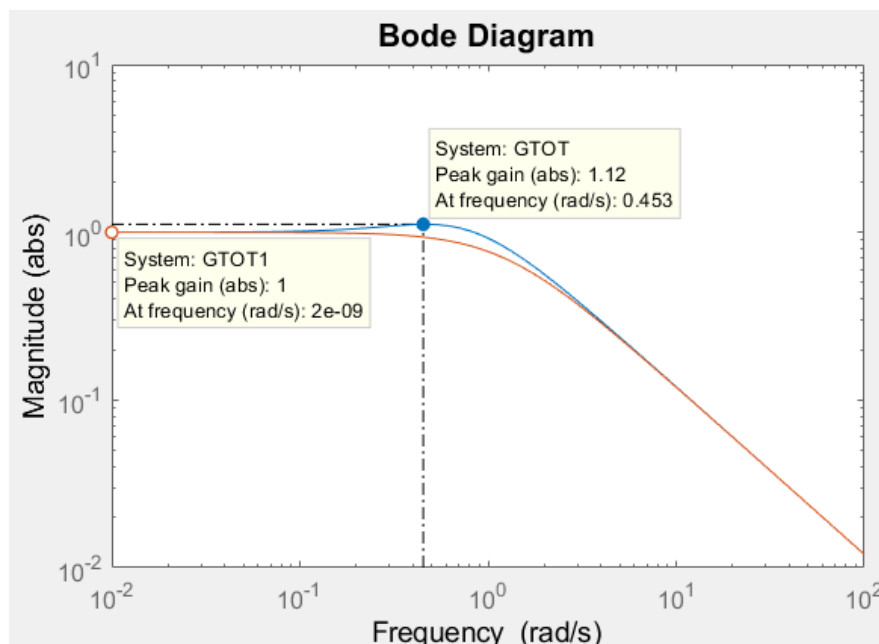


Figur 5 - Resultat av att minska T_I till 10



Figur 6 - Nyquistkurvor för kretsöverföringarna G_K och G_{K1}

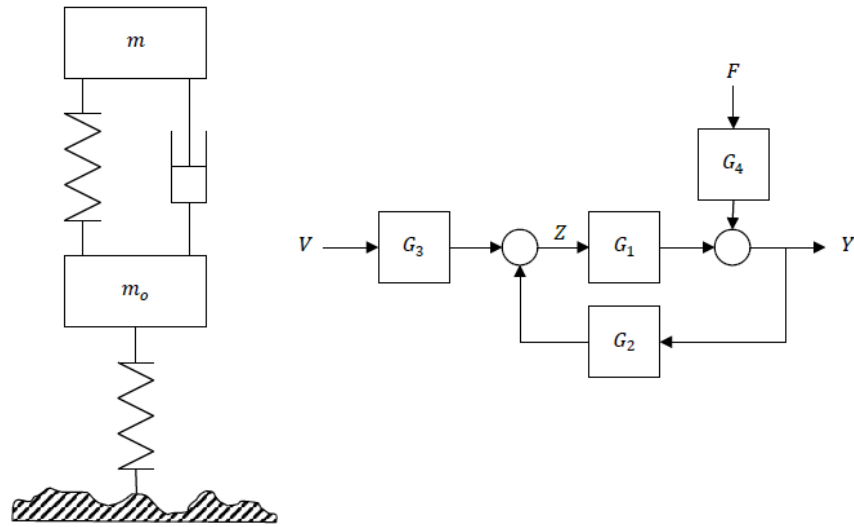
Kretsöverföringarnas Nyquistkurvor togs även fram, vilka visas i figur 6. Här kan man se att fasmarginalen gått från att vara 76.9° för G_K till att vara 90° för G_{K1} .



Figur 7 - Bode Magnitude-diagram för gamla och ny servosystemet (G_{TOT} resp G_{TOT1})

I figur 7 så visas Bode Magnitude-diagram för gamla och ny servosystemet. För G_{TOT1} så kunde resonanstoppens uppskattas till 1, medans G_{TOT} låg kvar på samma resonanstopp på 1.12.

Hjulupphängning

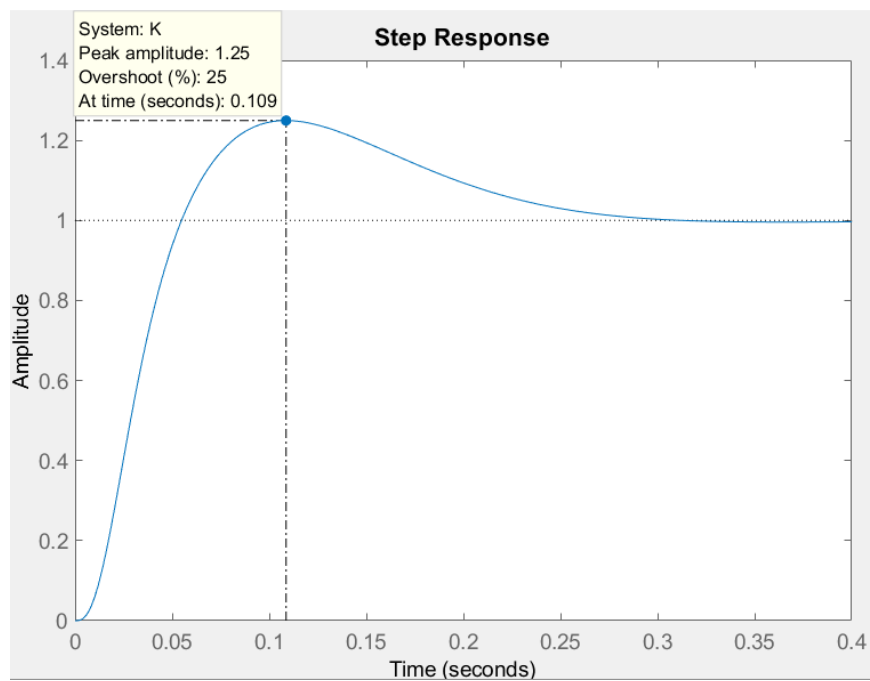


Figur 8 - Modeller av en bils hjulupphängning

$$m y'' = -k_f(y - z) - b(y' - z') - F \quad [1]$$

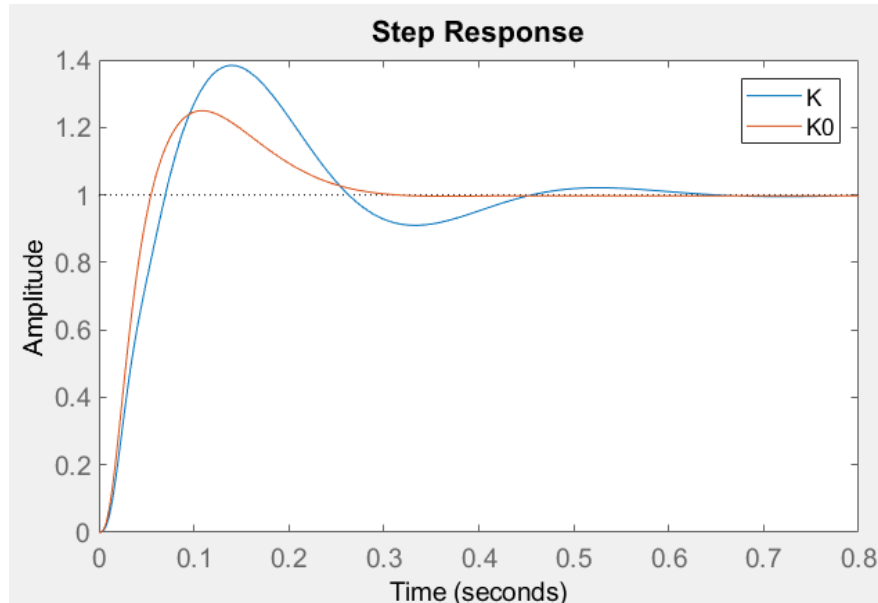
$$m_0 z'' = k_f(y - z) + b(y' - z') - k_d(z - v) \quad [2]$$

I figur 8 visas modeller som beskriver en bils hjulupphängning. Med hjälp av formler 1 och 2 samt modellerna i figur 8 så kunde konstanterna k_f , k_d samt överföringsfunktionerna G_1 , G_2 , G_3 och G_4 bestämmas.

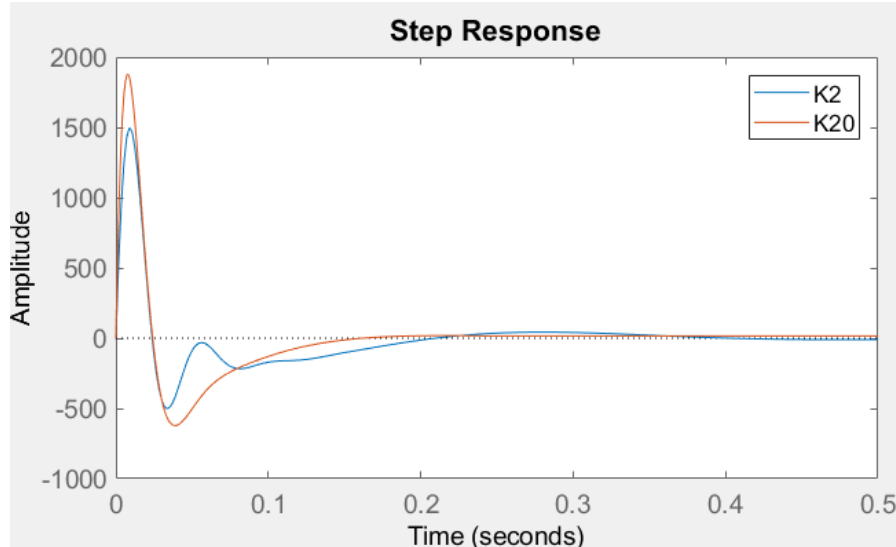


Figur 9 - Stegsvär för K

Med hjälp av överföringsfunktionerna så kunde överföringsfunktionen från V till Y (benämnt K) tas fram och därefter plottas via Matlab. Därefter skulle ett värde för konstanten b hittas som skulle ge stegsvaret en 25% översväng. Resultatet visas i figur 9 där b är satt till $b = 8850$ vilket ger en översväng på ca 25%.

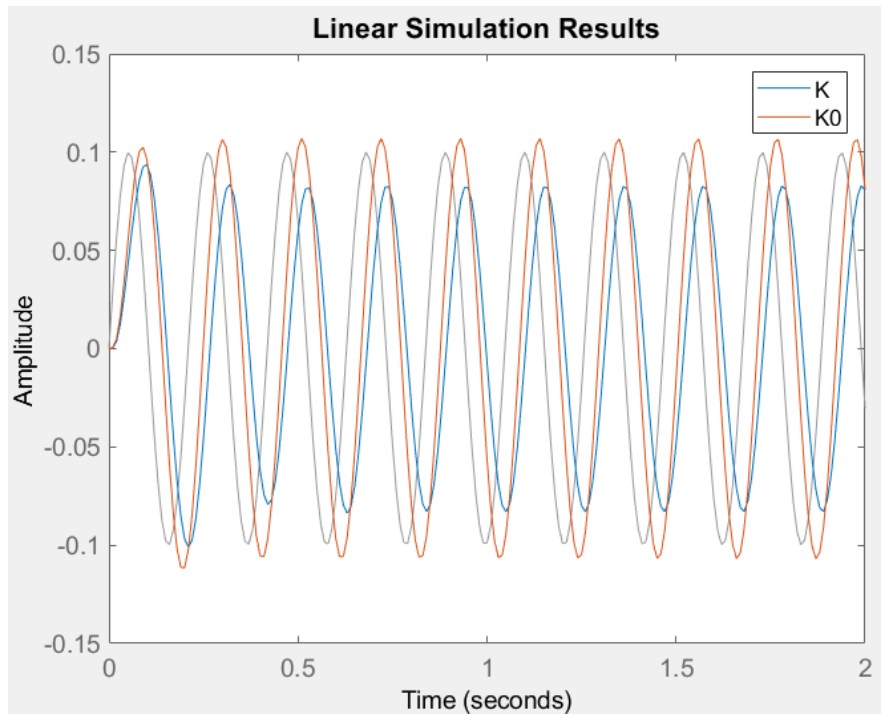


Figur 10 - Skillnad mellan ursprungliga värde K_0 och nya värdet K



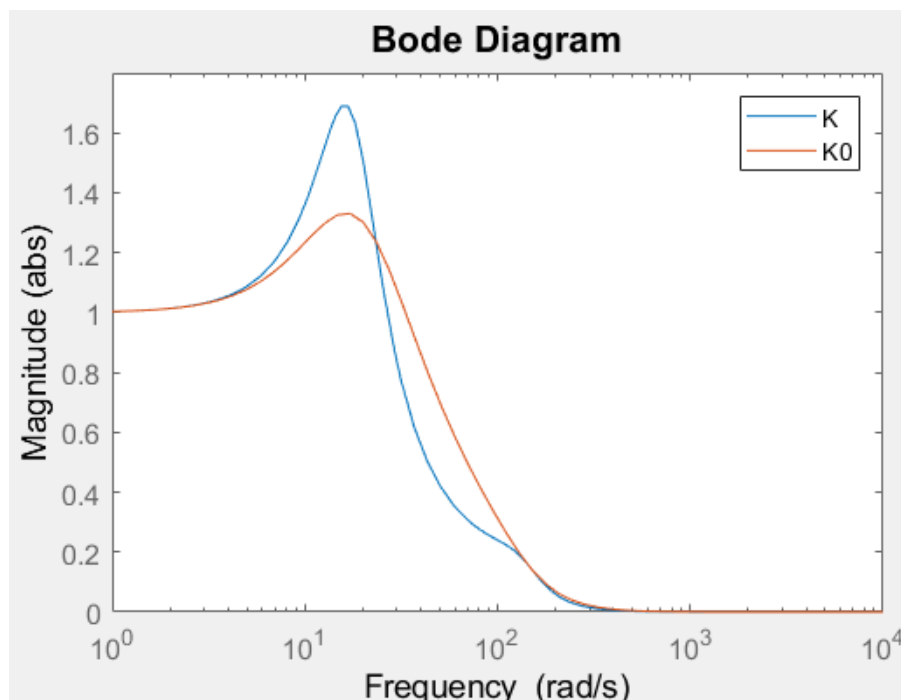
Figur 11 - Skillnad mellan ursprungliga värde K_{20} och nya värdet K_2

Genom att multiplicera K med överföringsfunktionen s^2 så kan överföringsfunktionen från V till Y'' bestämmas, benämnt K_2 . Utifrån stegsvaret från K_2 så skulle nu ett värde på b bestämmas som gjorde att toppvärdet på Y'' minskar med ca 20% jämfört med föregående värde på Y'' då b var 8850. Detta värde på b uppskattades till 5100 och resultatet för K och K_2 visas i figur 10 respektive figur 11. Som man ser i figur 10 så ökar översvängen och oscillationen något i och med att värdet på b minskar.



Figur 12 - Amplitudskillnad mellan K_0 och K med insignal $v = 0.1 \cdot \sin(30t)$

En simulering av hur K_0 och K beter sig genom en sinusformad insignal $v = 0.1 \cdot \sin(30t)$ visas i figur 12. Här ser man skillnaden hur de olika värdena på b påverkar bilens vertikala läge vid en sinusformad insignal. Den grå kurvan är insignalen v .



Figur 13 - Bode-Magnitude diagram för K_0 och K

Man kan nu ta fram ett Bodediagram för K_0 och K , figur 13, för att avgöra delvis vilka amplituder på svägnigarna som K_0 och K bör ha i figur 12 men också vilken av K_0 eller K som blir bekvämast för passagerare i bilen (med andra ord vilka värden på b som bör användas).

Från figur 13 så kunde amplitudförstärkningarna för K_0 och K utvärderas vid frekvensen 30 rad/s som var frekvensen för insignalen v . Vid denna frekvens så uppskattades amplitudförstärkningen för K_0 till ca 1.08 ggr och för K till ca 0.838 ggr.

Med dessa resultat kan det då beräknas att utifrån insignalen v så borde amplituden för K_0 i figur 12 ligga runt $\pm 0.1 \cdot 1.08 = \pm 0.108$ vilket stämmer ganska bra överens med resultatet som visas i figur 12 där amplituderna varierade mellan ca ± 0.107 med några amplituder som var något högre eller lägre. Utifrån insignalen v så borde amplituden för K i figur 12 ligga runt $\pm 0.1 \cdot 0.838 = \pm 0.0838$. Detta stämmer också relativt bra överens med resultatet som visas i figur 12 där amplituden varierar mellan ca ± 0.837 . Även här varierade dock amplituderna något, speciellt mellan ca 0.1 till 0.4 sekunder.

Utifrån dessa resultat så kan det konstateras att K bör användas för att göra det bekvämare för passagerarna i bilen. Detta motsvarar då ett värde på $b = 5100$. Detta är för att amplitudförstärkningen för K motsvarar en dämpning vilket visas i figur 12. Det vill säga utifrån insignalen där bilens vertikala läge går mellan ± 0.1 så dämpar ett värde på $b = 5100$ utsignalen till att ligga runt ± 0.838 för bilens vertikala läge.