実験レポート

2024年度

電気電子情報工学実験Ⅱ,Ⅲ(a)

学籍番号　　22221280

氏名　　渡辺悠斗

実験番号　　６

実験題目　システムの解析・制御の基礎

実験班　　J

共同実験者

実験日　10月22日、10月29日

提出締切日　11月19日

提出日　　　11月19日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| チェック欄 | | | 点数 |
| 合　・　否  　月　　日 | 合　・　否  　月　　日 | 合　・　否  　月　　日 |  |

１．一次系

検討事項１

*ダイアグラム

自動的に生成された説明*入出力のラプラス変換をU(s)、Y(s)とすると、と表すことができ、この式を変形すると、となる。そして、ラプラス変換をすることで、 という式に変形できる。そして、作成したブロック線図を以下に示す。

図１．一次系のブロック線図

グラフ

中程度の精度で自動的に生成された説明実験１(１)

図２．(T,K)=(1,1)の単位ステップ応答

グラフ

自動的に生成された説明

図３. (T,K)=(4,2)の単位ステップ応答

グラフ

中程度の精度で自動的に生成された説明

図4.(T,K)=(1,3)の単位ステップ応答

図２～４より、定常値はKになり、Tが大きくなるにつれ、定常値までの収束が遅くなることが分かる。

(ⅱ)　 極の実部が負になる時に、その伝達関数は不安定になる。  
の極は、より、T<0のときに不安定となる。

グラフィカル ユーザー インターフェイス が含まれている画像

自動的に生成された説明今回は(T,K)=(-1,1)の場合を考える。

図5. (T,K)=(-1,1)の単位ステップ応答

ⅲ)

図６～８．(T,K)=(1,1)、の時の定常応答

図9～11．(T,K)=(4,2)、の時の定常応答

図12～14．(T,K)=(1,3)、の時の定常応答

図8～16から、正弦波入力に対する定常応答は角周波数と振幅が反比例するとわかる。

検討事項２(1): 逆ラプラス変換を用いて、以下のように変形できる。

まず、を逆ラプラス変換するために、を変形する。となり、これを逆ラプラス変換すると、となる。これが出力を表しているので、定常値がKになり、時間変化に伴いKに近づくのと、Tが大きくなるほど収束が遅くなることが分かる。

次に、に最終値の定理をあてはめると、

となり、定常値のKと一致することが分かる。つまり、時間応答波形から、定常値がKと推測され、収束にかかる時間からTが推測できると考えられる。また、検討事項１の実験１　ⅱ）でも触れたが、今回のは極がであり、Tが大きくなるにつれ極は小さくなる。一方、出力に当てはめて考えると収束時間が長くなることが分かる。逆に、Tが小さくなるにつれ極は小さくなり、出力は収束時間が短くなることが分かる。

検討事項２(２)

正弦波入力u(t)=をラプラス変換し、

この式を部分分数分解し、

これを求めると、　A,Bを代入し逆ラプラス変換をすると、　定常応答は、最終値の定理より、

よって、とは、　となる。

Scilabのコマンドを用いる。

(T,K)=(1,1)のBode線図、Nyquist線図

(T,K)=(４,２)のBode線図、Nyquist線図

（T,K)=(1,3)のBode線図、Nyquist線図

２．二次系

検討事項３

まず、からまでの伝達関数を求める。であり、ラプラス変換を用いて、となり、これを変形して、

となるので、

伝達関数である。これを、と比較すると、

となるので、

次に、二次系の極をζ,ωn ,*K*を用いて表すと、 より、　となる。安定性の条件より、sの実部が負である必要があるので、のとき、安定であると言える。

実験２

ブロック線図作成のために二次系の状態方程式を求める。より、

初期値は０であるとすると、を逆ラプラス変換して、 となる。この状態方程式を満たすブロック線図を以下に示す。()

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

図　.二次系のブロック線図(単位ステップ入力)

ⅰ) グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

のときの単位ステップ応答

のときの単位ステップ応答

グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

のときの単位ステップ応答

ⅱ）

グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

のときの単位ステップ応答

極の実部が負であり、安定でないため、出力は発散している。

ⅲ）

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

次に、という合成波に対する定常応答を以下に示す。

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

のときの正弦波入力の定常応答

検討事項４

(１)検討事項３より、であるから、が大きくなると収束時間は短くなり、極の位置は原点から遠くなる。一方、が小さくなると収束時間は長くなり、極の位置は原点に近くなる。

次に、単位ステップ応答を計算する。

のとき

（としている）

のとき、

したがって、

のときは、

から、より、

（２）

（３）

（４）簡単化のためにとおいて分母を整理すると

となり、分母がで極小点を持つ条件は であるから

この式を整理すると共振が現れる条件は

また、のとき極大値なので、である

３　直流モータのPID制御

検討事項５

(A)　 (B)

(C)(D)

(E)

伝達関数P(s)を求める。

式(A)をラプラス変換し、　(A’)

次に、式(B)をラプラス変換し、　(B’)

式(C)をラプラス変換し、　(C’)

(B’)、(C’)を変形し、それぞれ(A’)に代入し、についてまとめると、

そして、式(D)をラプラス変換して変形すると、

よって、伝達関数P(s)は、となる。

K(s)の極はs=0、零点は、

よってのとき仮定(i)を満たし、また、仮定(ii)も満たす。

実験３

検討事項６(１) P制御

としたときのBode線図を以下に示す。

グラフィカル ユーザー インターフェイス, グラフ

自動的に生成された説明

のBode線図

グラフ

自動的に生成された説明

のBode線図

図より、ゲイン交差周波数、位相交差周波数はなく、ゲイン余裕と位相余裕は＋∞に発散する。

位置偏差定数

であり、定常位置偏差は、

であり速度偏差定数は、

からの項は消える。

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

実験３のブロック線図