

Задание 1. Brushed DC motor goes Brr.

Даны уравнения двигателя постоянного тока независимого возбуждения

$$J\dot{\omega} = M, \quad M = k_m I, \quad I = \frac{U + \varepsilon_i}{R}, \quad \varepsilon_i = -k_e \omega.$$

Запишите их в виде одного дифференциального уравнения. Основываясь на полученном выражении, найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 1 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. k_m – конструктивная постоянная по моменту;
2. k_e – конструктивная постоянная по ЭДС;
3. J – момент инерции ротора;
4. R – активное сопротивление обмоток ротора.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Задание 2. Brushed DC motor goes Brr Brr.

Даны уравнения двигателя постоянного тока независимого возбуждения

$$J\dot{\omega} = M, \quad M = k_m I, \quad I = \frac{U + \varepsilon}{R}, \quad \varepsilon = \varepsilon_i + \varepsilon_s, \quad \varepsilon_i = -k_e \omega, \quad \varepsilon_s = -L\dot{I}.$$

Запишите их в виде одного дифференциального уравнения. Основываясь на полученном выражении, найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 1 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. k_m – конструктивная постоянная по моменту;
2. k_e – конструктивная постоянная по ЭДС;
3. J – момент инерции ротора;
4. R – активное сопротивление обмоток ротора;
5. L – индуктивность обмоток ротора.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Задание 3. Конденсируй. Интегрируй. Умножай.

Дано уравнение зависимости напряжения конденсатора (выходная величина) от силы тока (входное воздействие):

$$I = C \frac{dU}{dt}.$$

Найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 2 значение, которое соответствует вашему варианту, для следующих величин:

1. C – ёмкость конденсатора.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Задание 4. И снова электрические машины.

Видоизмените систему из задания 1 таким образом, чтобы выходным значением системы являлся угол поворота θ вала двигателя. Основываясь на полученном выражении, найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 1 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. k_m – конструктивная постоянная по моменту;
2. k_e – конструктивная постоянная по ЭДС;
3. J – момент инерции ротора;
4. R – активное сопротивление обмоток ротора.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Задание 5. Why are we still here? Just to suffer?

Даны уравнения тахогенератора постоянного тока (выходной величиной является напряжение U_{out} , снимаемое с нагрузки генератора):

$$I = \frac{\varepsilon - U_{out}}{R}, \quad \varepsilon = \varepsilon_i + \varepsilon_s, \quad \varepsilon_i = k_e \dot{\theta}, \quad \varepsilon_s = -L\dot{I}, \quad I = \frac{U_{out}}{R_l}.$$

Запишите их в виде одного дифференциального уравнения. Основываясь на полученном выражении, найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 3 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. R – активное сопротивление обмоток ротора;
2. R_l – омическая нагрузка;
3. L – индуктивность обмоток ротора;
4. k_e – конструктивная постоянная по ЭДС.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Задание 6. Лагранж – сила, Ньютон – могила!

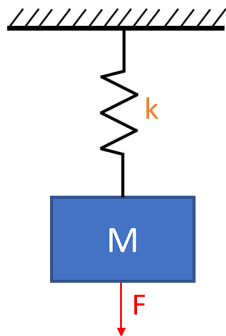


Рис. 1 – Пружинный маятник

На основе данного рисунка составьте уравнение движения маятника. Найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 4 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. M – масса груза;
2. k – коэффициент жесткости пружины.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

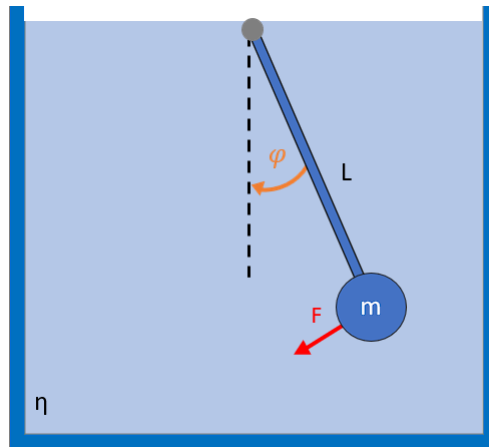
Задание 7. Нужно больше трения.

Рис. 2 – Маятник в вязкой жидкости

На основе данного рисунка составьте уравнение движения маятника. Линеаризуйте уравнение объекта около нижнего положения равновесия, приняв $\sin(\varphi) = \varphi$. Массу маятника считайте сосредоточенной на конце груза. Найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 5 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. m – масса груза;
2. L – длина маятника;
3. η – коэффициент вязкого трения жидкости.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Дополнительное задание. Что ты такое?

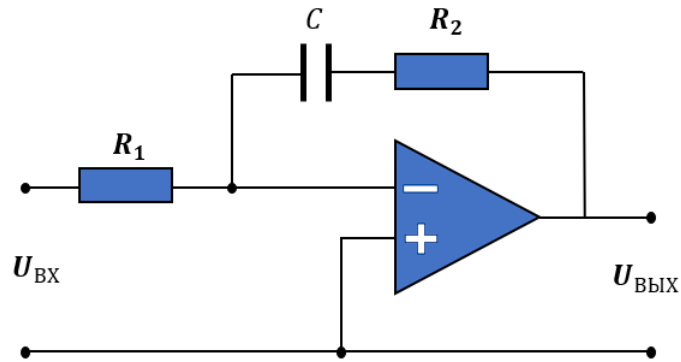


Рис. 3 – Принципиальная схема регулятора на операционном усилителе.

Основываясь на данной схеме, найдите передаточную функцию исследуемого объекта и определите, какому типовому звену он соответствует. Возьмите из таблицы 6 значения, которые соответствуют вашему варианту, для следующих величин:

1. R_1 – сопротивление входного резистора;
2. R_2 – сопротивление резистора отрицательной обратной связи;
3. C – ёмкость конденсатора отрицательной обратной связи.

Аналитически рассчитайте временные и частотные характеристики (весовую и переходную функции, АЧХ и ФЧХ) данного звена. Постройте графики переходной функции, АЧХ, ФЧХ и ЛАФЧХ с помощью компьютера. Приведите в отчёте соответствующие расчёты и графики.

Таблица 1: Исходные данные для заданий 1, 2 и 4.

| Вариант | k_m , Н·м/А | k_e , В·с | J , кг·м ² | R , Ом | L , Гн |
|---------|---------------|-------------|-------------------------|----------|----------|
| 1 | 0.3678 | 0.3678 | 0.0026 | 4.7509 | 1.1597 |
| 2 | 0.3239 | 0.3239 | 0.0018 | 4.6916 | 1.1682 |
| 3 | 0.3637 | 0.3637 | 0.0023 | 4.6050 | 1.1784 |
| 4 | 0.3800 | 0.3800 | 0.0027 | 4.6140 | 1.0216 |
| 5 | 0.3872 | 0.3872 | 0.0019 | 4.6554 | 1.0847 |
| 6 | 0.3612 | 0.3612 | 0.0031 | 4.7237 | 1.0567 |
| 7 | 0.3348 | 0.3348 | 0.0032 | 4.7391 | 1.1647 |
| 8 | 0.3509 | 0.3509 | 0.0025 | 4.7320 | 1.0910 |
| 9 | 0.3574 | 0.3574 | 0.0024 | 4.6377 | 1.1868 |
| 10 | 0.3249 | 0.3249 | 0.0016 | 4.6808 | 1.0411 |
| 11 | 0.3435 | 0.3435 | 0.0021 | 4.5920 | 1.0575 |
| 12 | 0.3658 | 0.3658 | 0.0032 | 4.5963 | 1.0338 |
| 13 | 0.3222 | 0.3222 | 0.0028 | 4.6013 | 1.1319 |
| 14 | 0.3555 | 0.3555 | 0.0031 | 4.7097 | 1.1786 |
| 15 | 0.3423 | 0.3423 | 0.0029 | 4.6730 | 1.1206 |
| 16 | 0.3378 | 0.3378 | 0.0025 | 4.6119 | 1.1147 |
| 17 | 0.3074 | 0.3074 | 0.0019 | 4.6730 | 1.0337 |
| 18 | 0.3718 | 0.3718 | 0.0028 | 4.6035 | 1.1753 |
| 19 | 0.3713 | 0.3713 | 0.0023 | 4.5850 | 1.1291 |
| 20 | 0.3361 | 0.3361 | 0.0019 | 4.7441 | 1.0749 |

Таблица 2: Исходные данные для задания 3.

| Вариант | C , мкФ |
|---------|-----------|
| 1 | 263 |
| 2 | 277 |
| 3 | 287 |
| 4 | 291 |
| 5 | 300 |
| 6 | 314 |
| 7 | 324 |
| 8 | 332 |
| 9 | 340 |
| 10 | 357 |
| 11 | 359 |
| 12 | 369 |
| 13 | 379 |
| 14 | 390 |
| 15 | 404 |
| 16 | 414 |
| 17 | 419 |
| 18 | 437 |
| 19 | 445 |
| 20 | 455 |

Таблица 3: Исходные данные для задания 5.

| Вариант | R , Ом | R_l , Ом | L , Гн | k_e , В·с |
|---------|----------|------------|----------|-------------|
| 1 | 7.7563 | 209 | 0.4888 | 0.3785 |
| 2 | 7.4995 | 219 | 0.4883 | 0.3389 |
| 3 | 6.5468 | 225 | 0.4531 | 0.3734 |
| 4 | 5.3716 | 237 | 0.5022 | 0.3454 |
| 5 | 6.1451 | 249 | 0.4969 | 0.3460 |
| 6 | 5.2188 | 263 | 0.4577 | 0.3427 |
| 7 | 4.8581 | 274 | 0.4528 | 0.3246 |
| 8 | 8.0370 | 283 | 0.4969 | 0.3701 |
| 9 | 5.8046 | 295 | 0.4714 | 0.3197 |
| 10 | 5.7844 | 297 | 0.4400 | 0.3914 |
| 11 | 5.9153 | 313 | 0.4990 | 0.3437 |
| 12 | 6.3847 | 316 | 0.4312 | 0.3349 |
| 13 | 7.0187 | 330 | 0.4390 | 0.3166 |
| 14 | 4.8383 | 336 | 0.5051 | 0.3525 |
| 15 | 7.6977 | 352 | 0.4783 | 0.3591 |
| 16 | 6.7066 | 365 | 0.4201 | 0.3845 |
| 17 | 7.7393 | 375 | 0.4728 | 0.3895 |
| 18 | 5.9676 | 377 | 0.4698 | 0.3510 |
| 19 | 6.3111 | 393 | 0.4939 | 0.3931 |
| 20 | 4.9398 | 402 | 0.4283 | 0.3616 |

Таблица 4: Исходные данные для задания 6.

| Вариант | M , кг | k , Н/м |
|---------|----------|-----------|
| 1 | 8 | 102 |
| 2 | 24 | 112 |
| 3 | 13 | 322 |
| 4 | 32 | 253 |
| 5 | 6 | 191 |
| 6 | 35 | 324 |
| 7 | 20 | 81 |
| 8 | 26 | 274 |
| 9 | 35 | 271 |
| 10 | 11 | 219 |
| 11 | 16 | 105 |
| 12 | 17 | 229 |
| 13 | 27 | 140 |
| 14 | 29 | 90 |
| 15 | 5 | 113 |
| 16 | 8 | 319 |
| 17 | 14 | 71 |
| 18 | 3 | 122 |
| 19 | 19 | 66 |
| 20 | 13 | 182 |

Таблица 5: Исходные данные для задания 7.

| Вариант | m , кг | L , м | η , с^{-1} |
|---------|----------|---------|--------------------------|
| 1 | 0.5406 | 1.9440 | 9.3574 |
| 2 | 0.5132 | 1.9396 | 9.4067 |
| 3 | 0.5047 | 2.0686 | 9.0892 |
| 4 | 0.4658 | 2.0706 | 9.4324 |
| 5 | 0.4985 | 2.0450 | 9.4286 |
| 6 | 0.4922 | 2.0624 | 9.0209 |
| 7 | 0.5459 | 2.0234 | 9.3461 |
| 8 | 0.5349 | 2.0651 | 8.9679 |
| 9 | 0.5258 | 2.0365 | 9.2894 |
| 10 | 0.5155 | 1.9507 | 9.1461 |
| 11 | 0.4532 | 1.9665 | 9.3030 |
| 12 | 0.4597 | 2.0485 | 8.9731 |
| 13 | 0.4817 | 2.0675 | 9.2974 |
| 14 | 0.4939 | 1.9822 | 8.9672 |
| 15 | 0.5295 | 1.9530 | 9.3328 |
| 16 | 0.4946 | 2.0219 | 9.1949 |
| 17 | 0.5255 | 1.9664 | 9.3047 |
| 18 | 0.5155 | 1.9494 | 9.2899 |
| 19 | 0.4998 | 2.0690 | 9.0095 |
| 20 | 0.5085 | 1.9586 | 9.1202 |

Таблица 6: Исходные данные для дополнительного задания.

| Вариант | R_1 , Ом | R_2 , Ом | C , мкФ |
|---------|------------|------------|-----------|
| 1 | 666 | 13310 | 263 |
| 2 | 7083 | 14165 | 277 |
| 3 | 917 | 14665 | 287 |
| 4 | 1108 | 18841 | 291 |
| 5 | 928 | 16704 | 300 |
| 6 | 6427 | 19282 | 314 |
| 7 | 2425 | 21827 | 324 |
| 8 | 3440 | 20639 | 332 |
| 9 | 1254 | 21326 | 340 |
| 10 | 1709 | 17094 | 357 |
| 11 | 665 | 12644 | 359 |
| 12 | 2593 | 12964 | 369 |
| 13 | 2253 | 15769 | 379 |
| 14 | 5031 | 20124 | 390 |
| 15 | 4110 | 16438 | 404 |
| 16 | 952 | 17142 | 414 |
| 17 | 1296 | 16853 | 419 |
| 18 | 999 | 11990 | 437 |
| 19 | 2595 | 10380 | 445 |
| 20 | 390 | 7021 | 455 |