

Задача 2 КП в 1. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_5=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=3$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=2$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами a , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла d считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов a , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

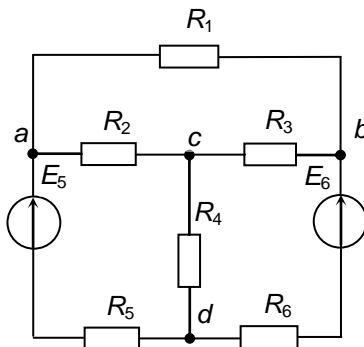
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $dacbd$

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами b и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы b и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы b и d .



Задача 2 КП в 2. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений

между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

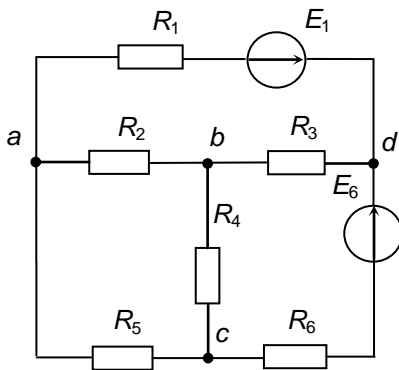
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dcbad**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **d** и **c** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **d** и **c** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **d** и **c**.



Задача 2 КП в 3. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=6$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=4$ Ом; $R_6=3$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

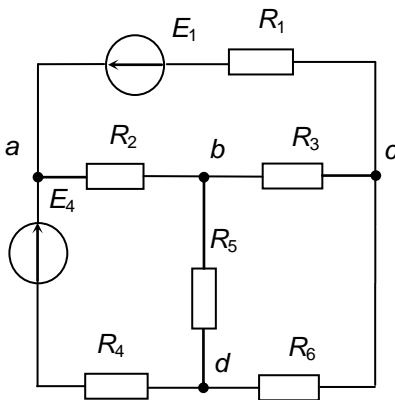
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbdba**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 4. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=6$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами b , c и d в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов b , c и d . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

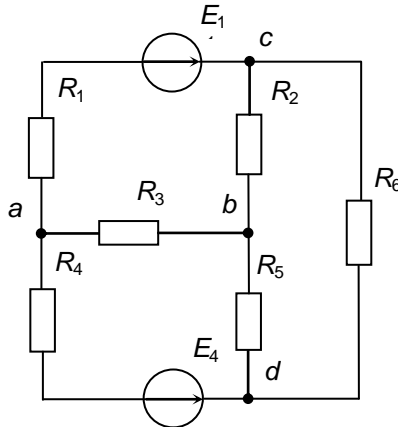
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 5. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_4=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=6$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=3$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=5$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

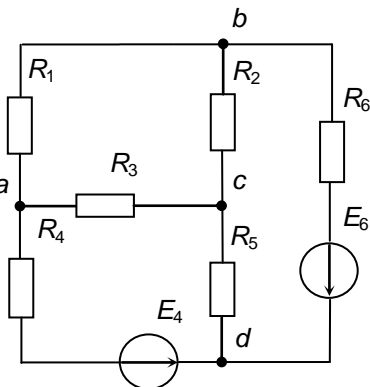
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 6. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами a , b и d в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла c считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов a , b и d . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

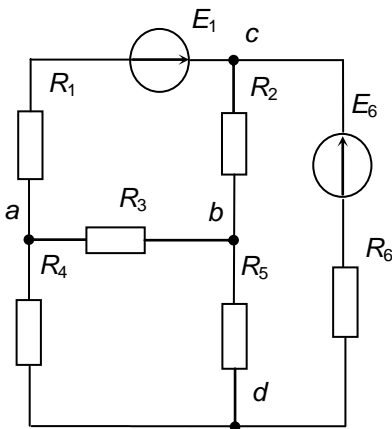
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $cdbac$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами c и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы c и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы c и d .



Задача 2 КП в 7. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_2=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=2$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=5$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений

между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

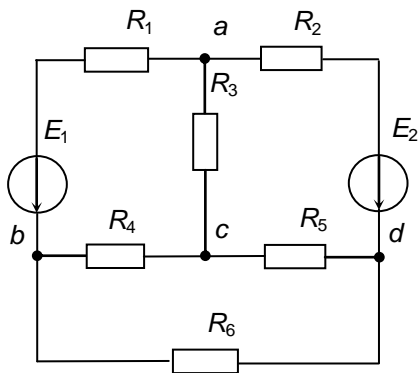
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **abcd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 8. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

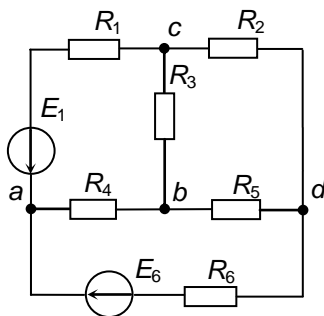
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbda**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 9. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_2=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=5$ Ом; $R_2=2$ Ом; $R_3=3$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=4$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

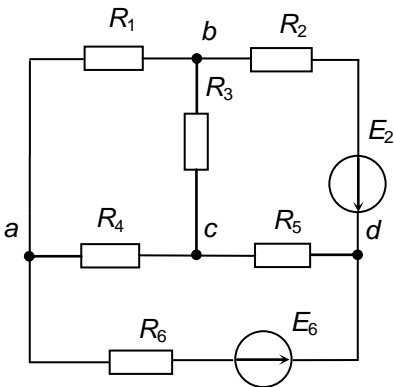
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 10. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_3=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=4$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=1$ Ом; $R_4=3$ Ом;
 $R_5=6$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами a , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла d считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов a , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

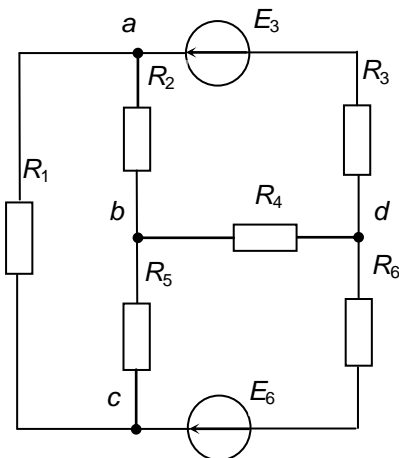
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $dabcd$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 11. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_3=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=3$ Ом; $R_3=1$ Ом; $R_4=5$ Ом; $R_5=6$ Ом; $R_6=4$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами d , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов d , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

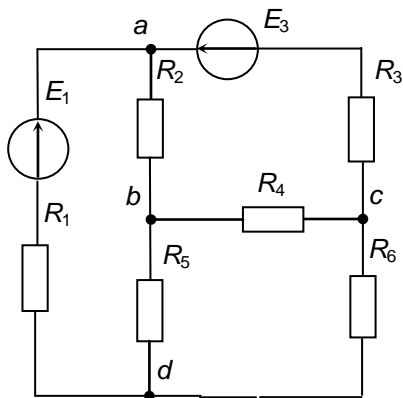
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 12. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=5$ Ом;

$R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;

$R_5=3$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и °составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

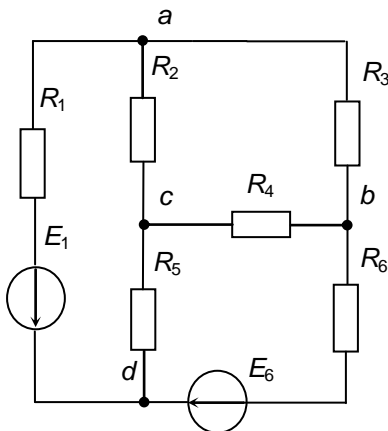
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **b** и **d**.



Задача 2 КП в 13. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_5=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=3$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=2$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по правилам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

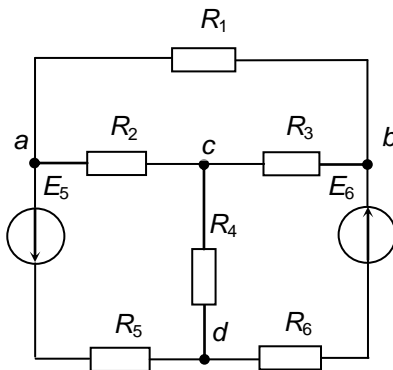
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **b** и **d**.



Задача 2 КП в 14. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами a , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла d считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов a , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

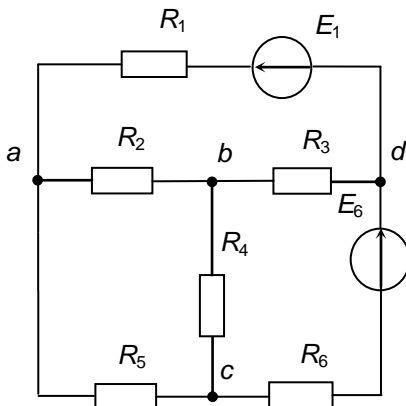
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $dcbad$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами d и c (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы d и c (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы d и c .



Задача 2 КП в 15. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=6$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=4$ Ом; $R_6=3$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами b , c и d в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов b , c и d . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

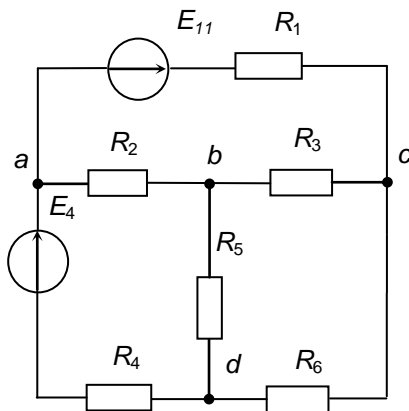
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 16. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=6$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами b , c и d в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов b , c и d . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

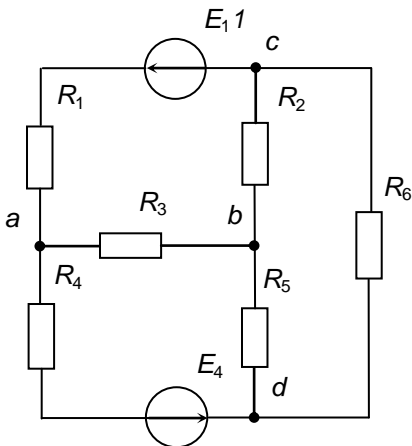
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 17. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_4=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=6$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=3$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=5$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

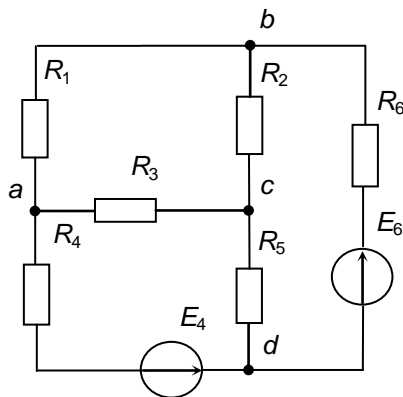
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **b** и **d**.



Задача 2 КП в 18. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **c** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

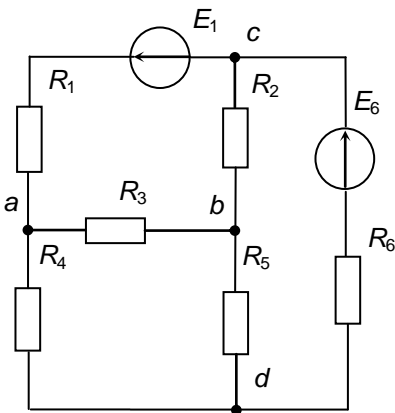
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **cdbac**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **c** и **d**.



Задача 2 КП в 19. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_2=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=2$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=5$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений

между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

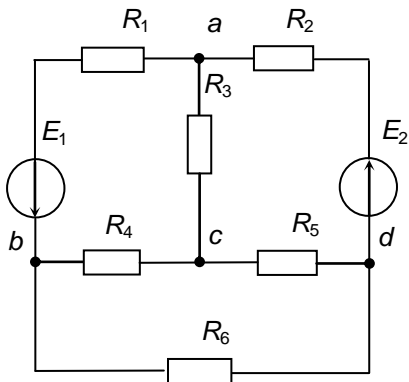
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **abcda**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 20. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и °составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

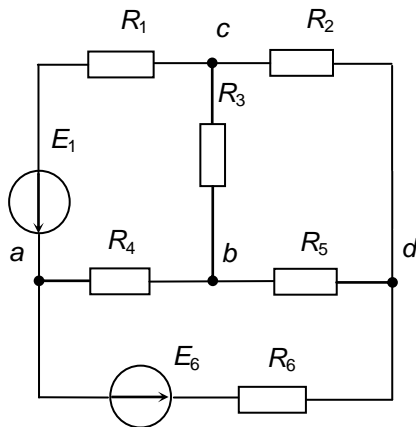
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbdba**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 21. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_2=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=5$ Ом; $R_2=2$ Ом; $R_3=3$ Ом; $R_4=6$ Ом; $R_5=4$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

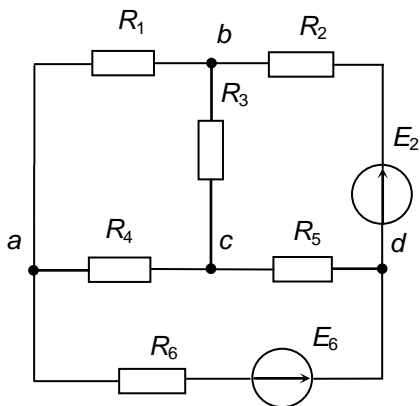
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 22. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_3=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=4$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=1$ Ом; $R_4=3$ Ом;
 $R_5=6$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами a , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла d считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов a , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

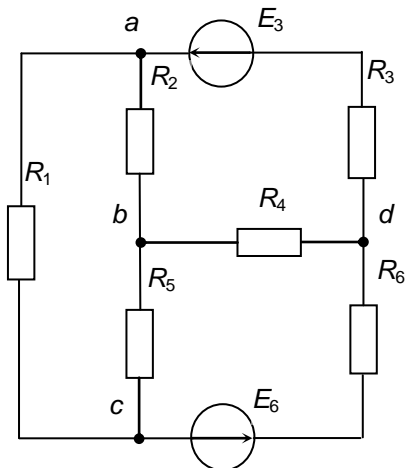
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $dabcd$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами c и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы c и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы c и d .



Задача 2 КП 1в 23. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_3=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=3$ Ом; $R_3=1$ Ом; $R_4=5$ Ом;
 $R_5=6$ Ом; $R_6=4$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами d , b и c в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов d , b и c . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

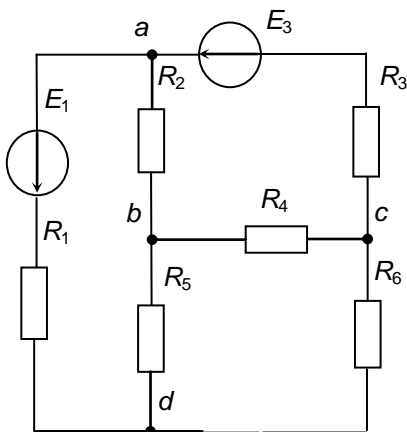
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Задача 2 КП в 24. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=9$ В; $E_6=12$ В; $R_1=1$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=2$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

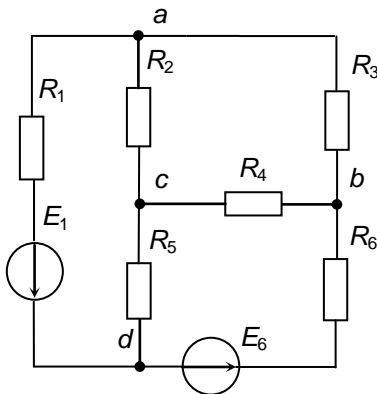
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 25. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_5=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=3$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=2$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

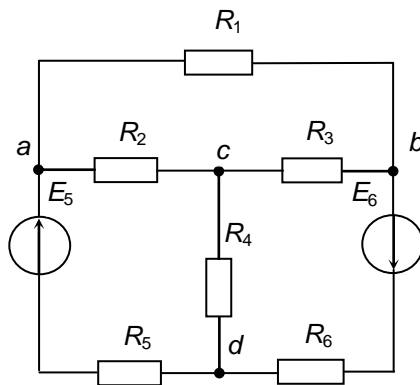
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **b** и **d**.



Задача 2 КП в 26. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

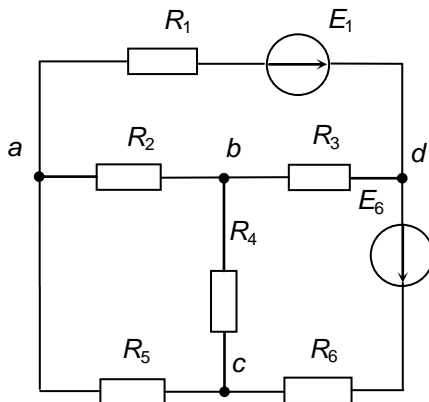
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dcbad**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **c** и **d**.



Задача1 КП в27. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_5=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=3$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=4$ Ом; $R_4=6$ Ом;
 $R_5=2$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

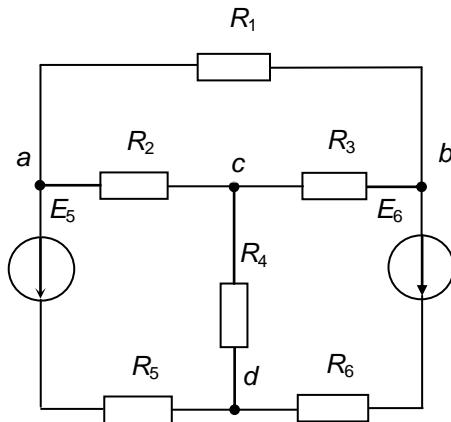
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dacbd**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **b** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **b** и **d**.



Задача 2 КП в 28. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_6=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=5$ Ом; $R_3=6$ Ом; $R_4=4$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=1$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **a**, **b** и **c** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **d** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **a**, **b** и **c**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

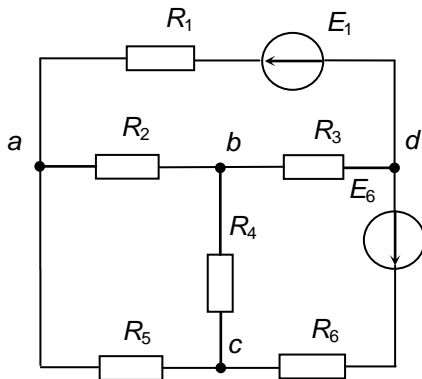
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **dcbad**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **c** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **c** и **d**.



Задача 2 КП 1в 29. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=6$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=4$ Ом; $R_6=3$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

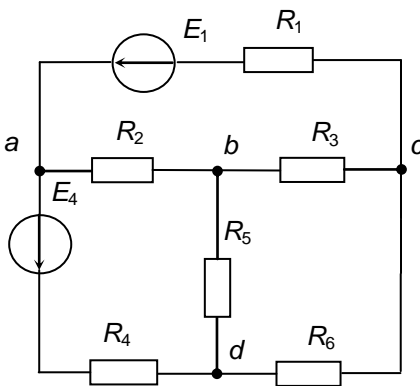
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbdba**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 30. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=6$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=4$ Ом; $R_6=3$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

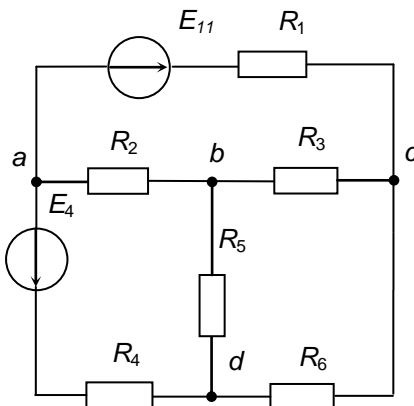
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbdba**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.



Задача 2 КП в 31. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом;
 $R_5=3$ Ом; $R_6=6$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по правилам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами b , c и d в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла e (потенциал узла a считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов b , c и d . Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

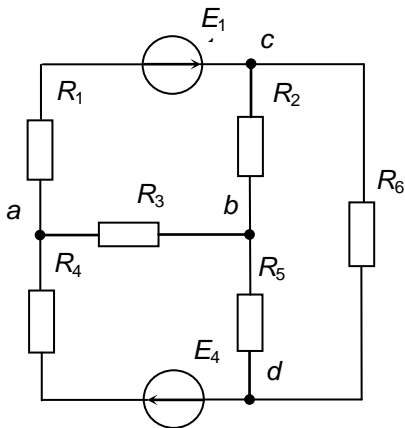
7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbdba$.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами a и d (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы a и d (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы a и d .



Пример задачи 2 КП. Расчёт сложной цепи постоянного тока.

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=4$ Ом; $R_3=5$ Ом;
 $R_4=1$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=6$ Ом.

1 Обозначить все токи и составить систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа.

2 Обозначить контурные токи и составить систему уравнений по методу контурных токов. Решить систему. Определить реальные токи.

3 Проверить баланс мощностей.

4° Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертить преобразованную схему.

5° Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6° Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

7 Построить потенциальную диаграмму по замкнутому контуру **acbdba**.

8° Подставить рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедиться, что они превратились в тождества.

9* Отключить ветвь между узлами **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать напряжение между этими узлами (напряжение холостого хода эквивалентного генератора).

10* Соединить перемычкой узлы **a** и **d** (нарисовать схему) и рассчитать ток в этой перемычке (ток короткого замыкания эквивалентного генератора).

11* Рассчитать сопротивление эквивалентного генератора (нарисовать схему) и ток в ветви, соединяющей узлы **a** и **d**.

РЕШЕНИЕ

1 Обозначим все токи, выбирая их направления в соответствии с ЭДС.

°Составим систему уравнений для расчёта схемы по законам Кирхгофа:

Всего 6 неизвестных токов, поэтому

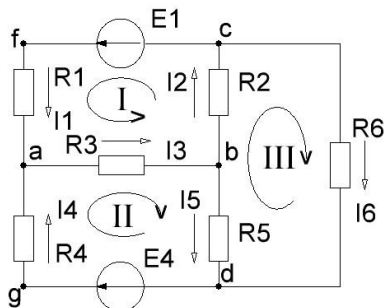
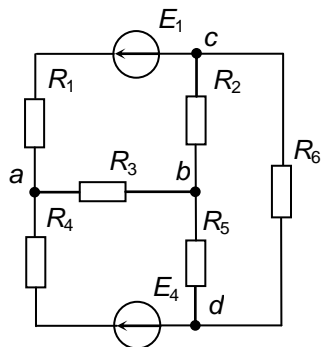
должно быть 6 уравнений. Три составляем по 1 закону (на одно меньше чем количество узлов).

Входящие в узел токи берём со знаком «+», уходящие – со знаком минус «-».

$$I_1 - I_3 + I_4 = 0, \text{ для узла } a$$

$$-I_2 + I_3 - I_5 = 0, \text{ для узла } b$$

$$-I_1 + I_2 - I_6 = 0, \text{ для узла } c$$



Недостающие 3 уравнения составляем для контуров

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_1, \text{ для 1 контура}$$

$$R_3 I_3 + R_4 I_4 + R_5 I_5 = E_4, \text{ для 2 контура}$$

$$R_2 I_2 - R_5 I_5 + R_6 I_6 = 0, \text{ для 3 контура.}$$

Обход 1 контура против часовой стрелки, второго и третьего – по часовой.

2 Обозначим контурные токи (по часовой стрелке) и составим систему уравнений по методу контурных токов.

$$(R_1 + R_2 + R_3) I_{11} - R_3 I_{22} - R_2 I_{33} = -E_1$$

$$-R_3 I_{11} + (R_3 + R_4 + R_5) I_{22} - R_5 I_{33} = E_4$$

$$-R_2 I_{11} - R_5 I_{22} + (R_2 + R_5 + R_6) I_{33} = 0.$$

Подставим числа.

$$11 I_{11} - 5 I_{22} - 4 I_{33} = -12;$$

$$-5 I_{11} + 9 I_{22} - 3 I_{33} = 9;$$

$$-4 I_{11} - 3 I_{22} + 13 I_{33} = 0.$$

Получаем матрицу

$$\begin{matrix} 11 & -5 & -4 & -12 \\ -5 & 9 & -3 & 9 \\ -4 & -3 & 13 & 0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} -5 & 9 & -3 & 9 \\ -4 & -3 & 13 & 0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} -4 & -3 & 13 & 0 \end{matrix}$$

Коэффициенты главной диагонали положительные, остальные отрицательные и симметричны относительно главной диагонали.

Свободные члены соответствуют действующим ЭДС.

Набираем в поисковике интернета «Решить СЛАУ». Вводим числа матрицы. Нажимаем «решить», пролистываем, получаем ответы в виде дробей, которые переводим в десятичные:

$$X_1 = -603/599; \quad I_{11} = -1,007 \text{ A,}$$

$$X_2 = 219/599; \quad I_{22} = 0,366 \text{ A,}$$

$$X_3 = -135/599; \quad I_{33} = -0,225 \text{ A.}$$

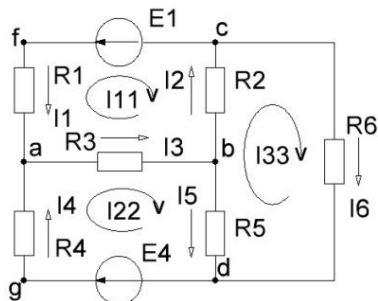
Рассчитываем реальные токи: $I_1 = -I_{11} = \mathbf{1,007 \text{ A}}$. $I_2 = -I_{11} + I_{33} = 1,007 - 0,225 = \mathbf{0,782 \text{ A}}$. $I_3 = -I_{11} + I_{22} = 1,007 + 0,366 = \mathbf{1,373 \text{ A}}$. $I_4 = I_{22} = \mathbf{0,366 \text{ A}}$. $I_5 = I_{22} - I_{33} = 0,366 + 0,225 = \mathbf{0,591 \text{ A}}$. $I_6 = I_{33} = \mathbf{-0,225 \text{ A}}$ (на самом деле ток идёт вверх).

3 Проверяем баланс мощностей:

Сумма мощностей источников $E_1 I_1 + E_4 I_4 = 12 \cdot 1,007 + 9 \cdot 0,366 = 12,08 + 3,29 = 15,37 \text{ Вт}$.

Сумма мощностей потребителей $R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + R_4 I_4^2 + R_5 I_5^2 + R_6 I_6^2 = 2 \cdot 1,007^2 + 4 \cdot 0,782^2 + 5 \cdot 1,373^2 + 1 \cdot 0,366^2 + 3 \cdot 0,591^2 + 6 \cdot (-0,225)^2 = 2,03 + 2,45 + 9,43 + 0,134 + 1,048 + 0,304 = 15,4 \text{ Вт}$.

Разница составляет $0,03 \text{ Вт} = 0,2 \%$, что допустимо. Баланс выполняется, расчёт токов выполнен верно.



4° Преобразуем Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y , начертим преобразованную схему:

Для определения резистора звезды следует перемножить примыкающие к узлу резисторы треугольника, и разделить это на сумму всех резисторов треугольника.

$$R_b = R_2 R_5 / (R_2 + R_5 + R_6) = 4 \cdot 3 / (4 + 3 + 6) = 0,923 \text{ Ом.}$$

$$R_c = R_2 R_6 / (R_2 + R_5 + R_6) = 4 \cdot 6 / (4 + 3 + 6) = 1,85 \text{ Ом.}$$

$$R_d = R_5 R_6 / (R_2 + R_5 + R_6) = 3 \cdot 6 / (4 + 3 + 6) = 1,38 \text{ Ом.}$$

5° Расчёт методом двух узлов.

Метод двух узлов предполагает расчёт напряжения между узлами по формуле $U_{ea} = \Sigma \pm E_g / \Sigma g$. Здесь Σ в числителе означает, что берётся сумма произведений ЭДС ветвей на их проводимости, знак \pm означает что учитывается направление ЭДС, если она направлена от **a** к **e**, то берётся со знаком «+», если навстречу – со знаком «-». В знаменателе сумма проводимости всех ветвей между **a** и **e**.

Рассчитаем проводимости ветвей:

$$g_1 = 1 / (R_1 + R_c) = 1 / (2 + 1,85) = 0,260 \text{ См.}$$

$$g_3 = 1 / (R_3 + R_b) = 1 / (5 + 0,923) = 0,169 \text{ См.}$$

$$g_4 = 1 / (R_4 + R_d) = 1 / (1 + 1,38) = 0,420 \text{ См.}$$

Рассчитаем напряжение между узлами U_{ea}

$$U_{ea} = (-E_1 g_1 - E_4 g_4) / (g_1 + g_3 + g_4) = (-12 \cdot 0,26 - 9 \cdot 0,42) / (0,26 + 0,169 + 0,42) = -8,13 \text{ В.}$$

Рассчитаем токи в ветвях. Чтобы не запутаться со знаками при U_{ea} и E выразим потенциал узла **e** через потенциал узла **a**:

$$\varphi_e = \varphi_a - E_1 + I_1 (R_1 + R_c); \text{ откуда}$$

$$I_1 = (U_{ea} + E_1) / (R_1 + R_c) = (-8,13 + 12) / (2 + 1,85) = 1,005 \text{ А.}$$

$$\varphi_e = \varphi_a - I_3 (R_3 + R_b), \text{ откуда}$$

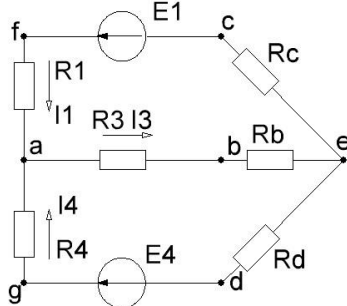
$$I_3 = -U_{ea} / (R_3 + R_b) = 8,13 / (5 + 0,923) = 1,37 \text{ А.}$$

$$\varphi_e = \varphi_a - E_4 + I_4 (R_4 + R_d); \text{ откуда}$$

$$I_4 = (U_{ea} + E_4) / (R_4 + R_d) = (-8,13 + 9) / (1 + 1,38) = 0,366 \text{ А.}$$

6° Рассчитаем потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Мы знаем потенциал точки **e** $\varphi_e = -8,13 \text{ В}$. Для определения потенциала узла **b** движемся против тока, и потенциал увеличивается

$$\varphi_b = \varphi_e + R_b / I_3 = -8,13 + 0,923 \cdot 1,37 = -6,86 \text{ В (идём против тока).}$$



При определении потенциалов c и d идём по току, и потенциалы уменьшаются

$$\varphi_c = \varphi_e - R_c \cdot I_1 = -8,13 - 1,85 \cdot 1,005 = -9,99 \text{ В (идём по току).}$$

$$\varphi_d = \varphi_e - R_d \cdot I_4 = -8,13 - 1,38 \cdot 0,366 = -8,63 \text{ В (идём по току).}$$

Вернёмся к исходной схеме и рассчитаем остальные токи.

$$I_2 = (\varphi_b - \varphi_c) / R_2 = [(-6,86) - (-9,99)] / 4 = 0,783 \text{ А.}$$

$$I_5 = (\varphi_b - \varphi_d) / R_5 = [(-6,86) - (-8,63)] / 3 = 0,59 \text{ А.}$$

$$I_6 = (\varphi_c - \varphi_d) / R_6 = [(-9,99) - (-8,63)] / 6 = -0,226 \text{ А (ток идёт вверх).}$$

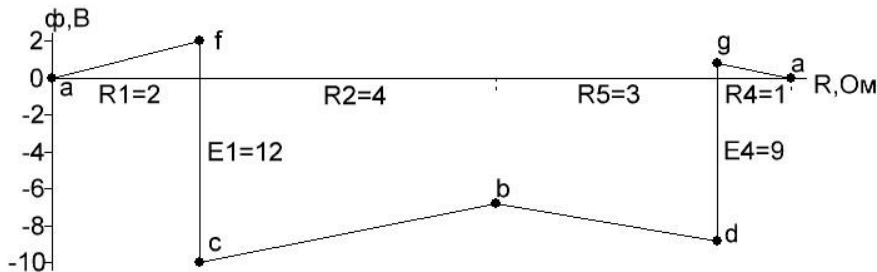
7 Построим потенциальную диаграмму по замкнутому контуру $acbda$.

Для этого отметим на схеме дополнительные точки f и g и определим их потенциалы:

$$\varphi_f = R_1 \cdot I_1 = 2 \cdot 1,007 = 2,014 \text{ В, (идём против тока);}$$

$$\varphi_g = R_4 \cdot I_4 = 1 \cdot 0,366 = 0,366 \text{ В, (идём против тока).}$$

Диаграмма начинается с 0, это точка a . По горизонтали последовательно откладываем сопротивления R_1 , R_2 , R_5 и R_4 , по вертикали – потенциалы точек f , c , b , d и a . Увеличение потенциала при движении против тока, снижение при движении по току. Скачки потенциала соответствуют встречаемому ЭДС, вверх -- попутной, вниз -- встречной



8° Подставим рассчитанные токи в уравнения, составленные в п.1 и убедимся, что они превратились в тождества.

$$I_1 - I_3 + I_4 = 0, \text{ для узла } a \quad 1,007 - 1,373 + 0,366 = 0$$

$$-I_2 + I_3 - I_5 = 0, \text{ для узла } b \quad -0,782 + 1,373 - 0,591 = 0$$

$$-I_1 + I_2 - I_6 = 0, \text{ для узла } c \quad -1,007 + 0,782 - (-0,225) = 0$$

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_1, \quad 2 \cdot 1,007 + 4 \cdot 0,782 + 5 \cdot 1,373 = 2,014 + 3,128 + 6,865 = 12,005$$

$$R_3 I_3 + R_4 I_4 + R_5 I_5 = E_4, \quad 5 \cdot 1,373 + 1 \cdot 0,366 + 3 \cdot 0,591 = 6,865 + 0,366 + 1,773 = 9,004$$

$$R_2 I_2 - R_5 I_5 + R_6 I_6 = 0, \quad 4 \cdot 0,782 - 3 \cdot 0,591 + 6 \cdot (-0,225) = 3,128 - 1,773 - 1,35 = 0,003$$

9* Расчёт методом эквивалентного генератора.

Отключим 4 ветвь. Для оставшейся части схемы обозначим напряжение между узлами **a** и **d** как U_{xx} и рассчитаем цепь.

Эквивалентное сопротивление R_2 и R_5+R_6

$$R_{256} = R_2 \cdot (R_5 + R_6) / (R_2 + R_5 + R_6) = 4 \cdot (3 + 6) / (4 + 3 + 6) = 2,77 \text{ Ом.}$$

По закону Ома $I_1 = E_1 / (R_1 + R_3 + R_{256}) = 12 / (2 + 5 + 2,77) = 1,228 \text{ А.}$

По формуле разброса $I_5 = I_1 \cdot R_2 / (R_2 + R_5 + R_6) = 1,228 \cdot 4 / (4 + 3 + 6) = 0,378 \text{ А.}$

По второму закону Кирхгофа (идём против токов)

$$U_{xx} = R_5 I_5 + R_3 I_3 = 3 \cdot 0,378 + 5 \cdot 1,228 = 1,134 + 6,14 = 7,27 \text{ В}$$

Это напряжение холостого хода эквивалентного генератора.

10* Делаем опыт короткого замыкания. Соединяем **a** и **d** перемычкой.

Определяем эквивалентное сопротивление параллельных R_3 и R_5

$$R_{35} = R_3 \cdot R_5 / (R_3 + R_5) = 5 \cdot 3 / (5 + 3) = 1,875 \text{ Ом.}$$

Определяем эквивалентное сопротивление параллельных $R_2 + R_{35}$ и R_6

$$R_{26} = (R_2 + R_{35}) \cdot R_6 / (R_2 + R_{35} + R_6) = (4 + 1,875) \cdot 6 / (4 + 1,875 + 6) = 2,97 \text{ Ом.}$$

Определяем ток I_1 по закону Ома

$$I_1 = E_1 / (R_1 + R_{26}) = 12 / (2 + 2,97) = 2,41 \text{ А.}$$

Разбрасываем ток I_1 между ветвями 2 и 6

$$I_2 = I_1 \cdot R_6 / (R_2 + R_{35} + R_6) = 2,41 \cdot 6 / (4 + 1,875 + 6) = 1,218 \text{ А.}$$

Разбрасываем ток I_2 между ветвями 3 и 5

$$I_3 = I_2 \cdot R_5 / (R_3 + R_5) = 1,218 \cdot 3 / (5 + 3) = 0,456 \text{ А.}$$

Определяем ток короткого замыкания

$$I_{кз} = I_1 - I_3 = 2,41 - 0,456 = 1,954 \text{ А.}$$

11* Определяем внутреннее

сопротивление эквивалентного генератора

$$r = U_{xx} / I_{кз} = 7,27 / 1,954 = 3,72 \text{ Ом.}$$

Определяем ток четвёртой ветви

$$I_4 = (E_4 - U_{xx}) / (R_4 + r) = (9 - 7,27) / (1 + 3,72) = 0,367 \text{ А.}$$

