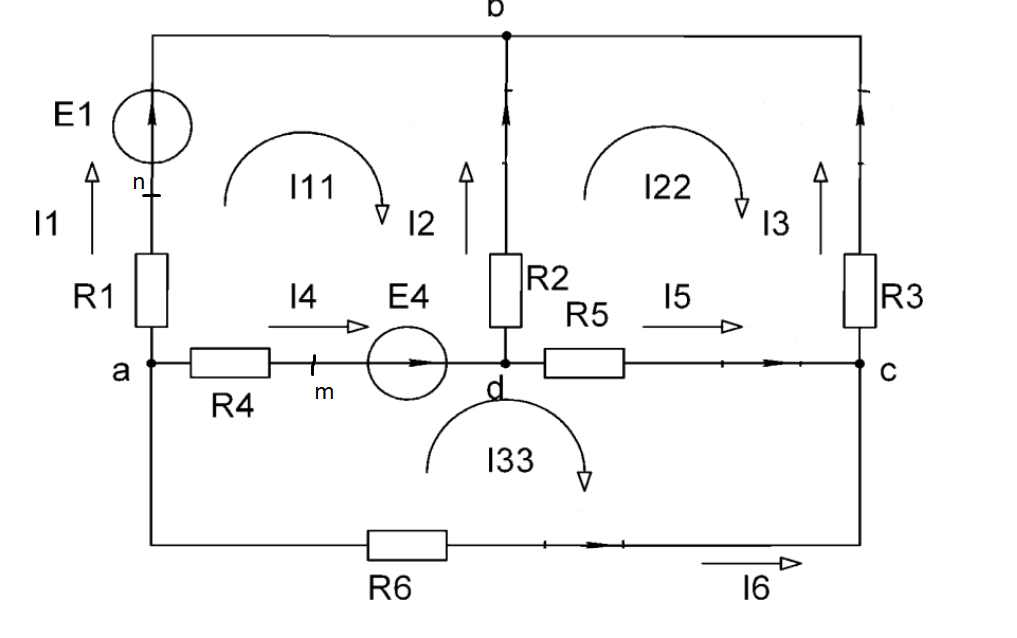
# 3. Определить ток методом узловых потенциалов



По методу узловых потенциалов (МУП) сначала нужно найти потенциалы узлов цепи (φa, φb, φc, φd на рис. 1), а затем уже по ним рассчитать токи в ветвях. Систему уравнений для узловых потенциалов будем сразу составлять в матричном виде. Уравнение в матричной форме имеет вид:

Здесь: mk – сумма проводимостей ветвей i-го узла; – сумма проводимостей ветвей, соединяющих i-ый и j-ый узлы; – искомый (неизвестный) потенциал k-го узла (принимаем, что узел «a» имеет номер 1, узел «b» – номер 2 и т.д.); – алгебраическая сумма по всем активным ветвям N-го узла величин E/R (E – алгебраическая сумма ЭДС ветви, R – сопротивление ветви) для ветвей с ЭДС, или Iи (Iи – источник тока ветви). Если E или Iи направлены к узлу, соответствующее слагаемое в ΣN берётся со знаком «+».

Нужно помнить, что размерность матрицы на 1 меньше количества узлов в цепи. В нашем случае узлов 4 (a, b, c, d), значит размерность матрицы 3х3. Уровень отсчёта потенциала выбирается произвольно. Примем потенциал точки d за ноль: φd = 0. Осталось найти 3 неизвестных потенциала: φa, φb, φc. (1й, 2й, и 3й узел соответственно). Применительно к рассматриваемой цепи, уравнение по методу контурных токов будет иметь следующий вид:

Подставляем значения:

решаем с помощью обратной матрицы:

Обратная матрица равняется:

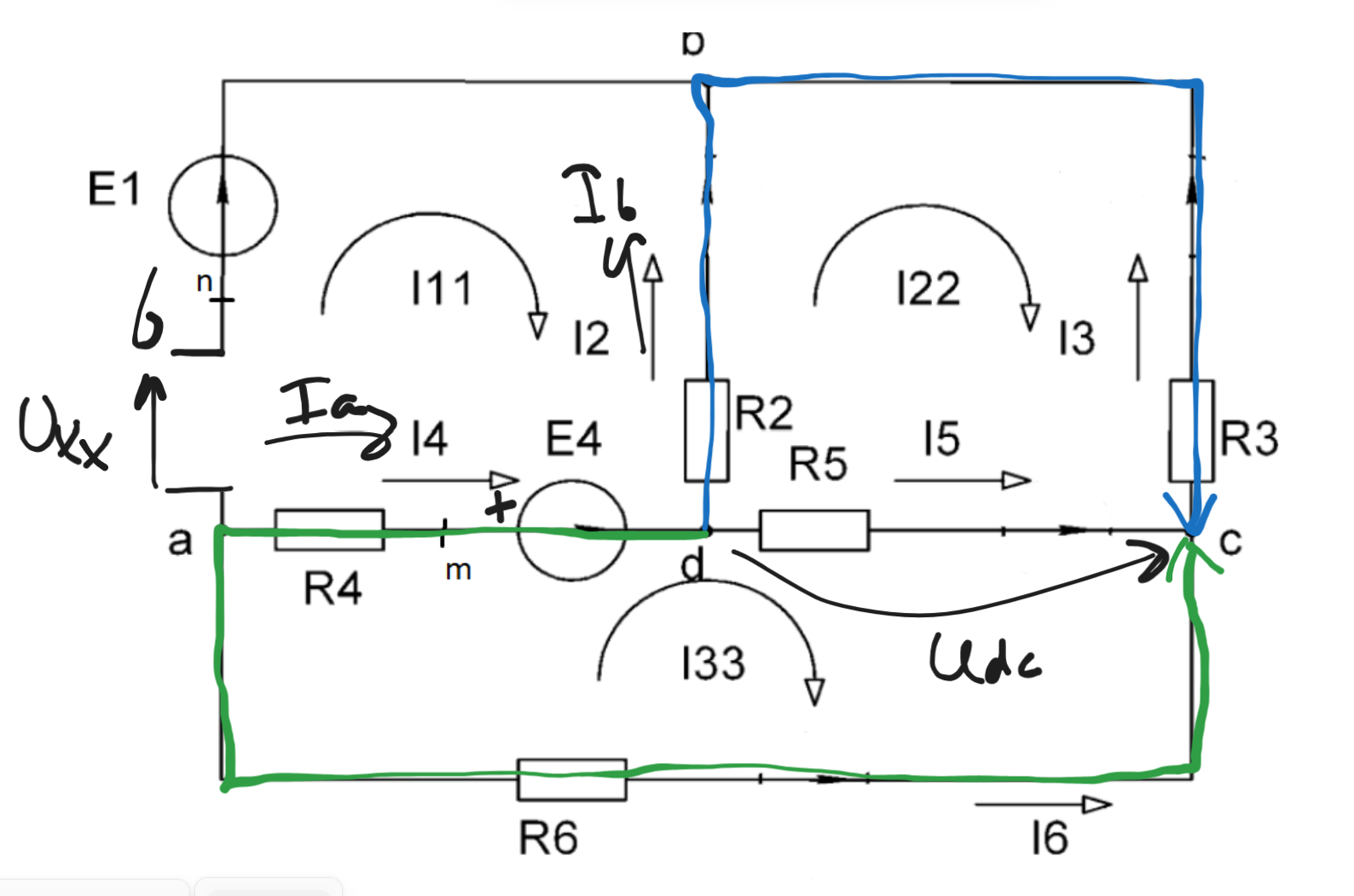
Тогда:

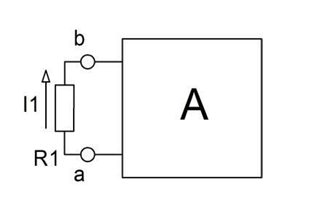
Получаем:

Проверяем:

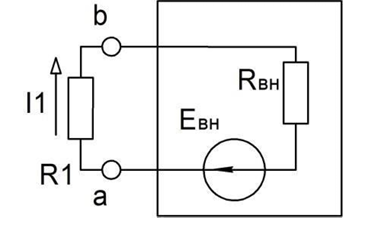
Значения сходятся

# 5. Определить ток методом эквивалентного генератора

Чтобы определить ток методом эквивалентного генератора, выделим сопротивление R1, по которому протекает ток , а остальную часть цепи поместим в двухполюсник (активный): 

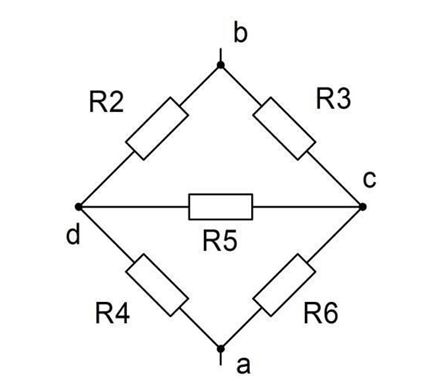


Теперь задача сводится к тому, чтобы определить внутреннее сопротивление Rвн и внутреннюю ЭДС Eвн двухполюсника:

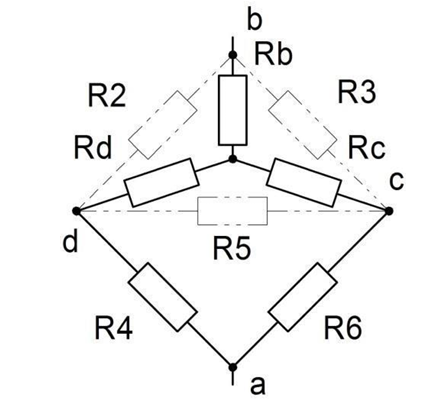


## 5.1 Определение внутреннего сопротивления двухполюсника

Внутреннее сопротивление двухполюсника – это сопротивление между зажимами двухполюсника, из которого удалены все источники. То есть искомое внутреннее опротивление – это эквивалентное сопротивление между точками a и b цепи:



Данная цепь называется мостовым соединением. Для расчёта её эквивалентного сопротивления можно воспользоваться, например, заменой «треугольник-звезда». «Треугольник», образованный сопротивлениями R2-R3 R5, заменим на «звезду» Rd-Rb-Rc, как показано на рисунке:



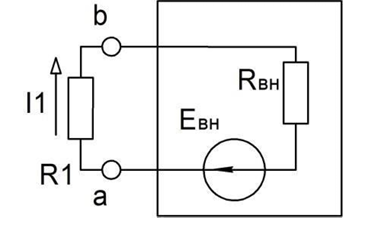
Формулы перехода «треугольник-звезда» (берутся из справочника или учебника) для рассматриваемой цепи и расчёт соответствующих сопротивлений:

Теперь эквивалентное сопротивление между точками a и b можно рассчитать методом последовательных преобразований (эквивалентных сопротивлений):

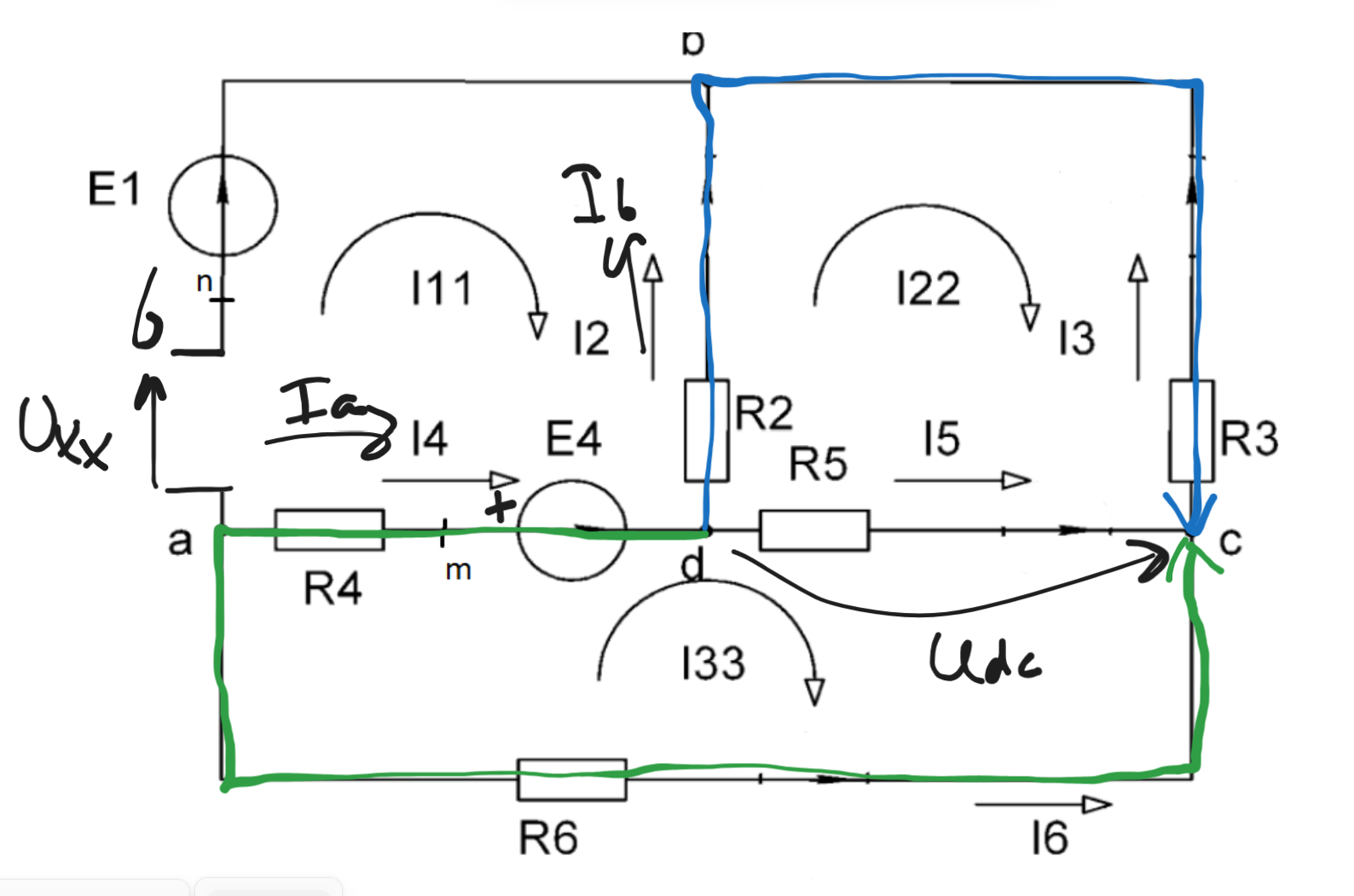
Подставим значения, получим

5.2 Определение внутреннего ЭДС двухполюсника.

Внутренняя ЭДС двухполюсника равняется напряжению холостого хода на его зажимах:



Рассматриваемый двухполюсник выглядит следующим образом:



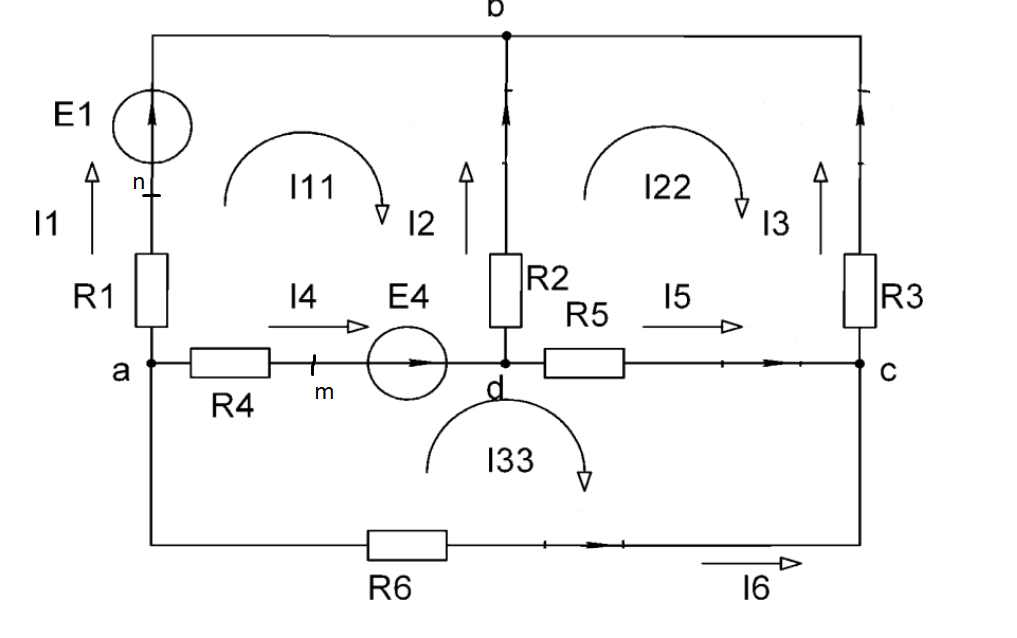
Данная цепь имеет только 2 узла d и c. По методу двух узлов находим напряжение Udc:

Найдем токи :

По второму закону Кирхгофа:

Определение тока :

## 6 Начертить потенциальную диаграмму для любого замкнутого контура, содержащего обе ЭДС.



Потенциальная диаграмма контура цепи постоянного тока – это график зависимости потенциала от сопротивления при обходе контура. Выберем контур amdcna, включающий обе ЭДС. Размах графика по оси абсцисс – не менее суммы сопротивлений контура:

Потенциалы узлов:

Рассчитаем потенциалы точек m и n.

Исходя из перечисленных правил и результатов расчётов, получим следующий график:

