

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

Лабораторная работа № 2

Программирование EDSAC

по дисциплине «Низкоуровневое программирование»

Выполнил
студент гр. 3530901/00002

(подпись)

Тарсуков Ф.Д.

Руководитель

(подпись)

Степанов Д.С.

«__» _____ 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

Задача

Разработать универсальный алгоритм с использованием IO1 и IO2, формирующий последовательность чисел в коде Грея. Число разрядов определяется и задается пользователем.

Вариант задания

Вариант: 12 - Формирование последовательности чисел в коде Грея заданной разрядности.

Выполнение работы

IO1: Адрес числа разрядов - 34 строка

IO2: Адрес числа разрядов – 12 строка программы

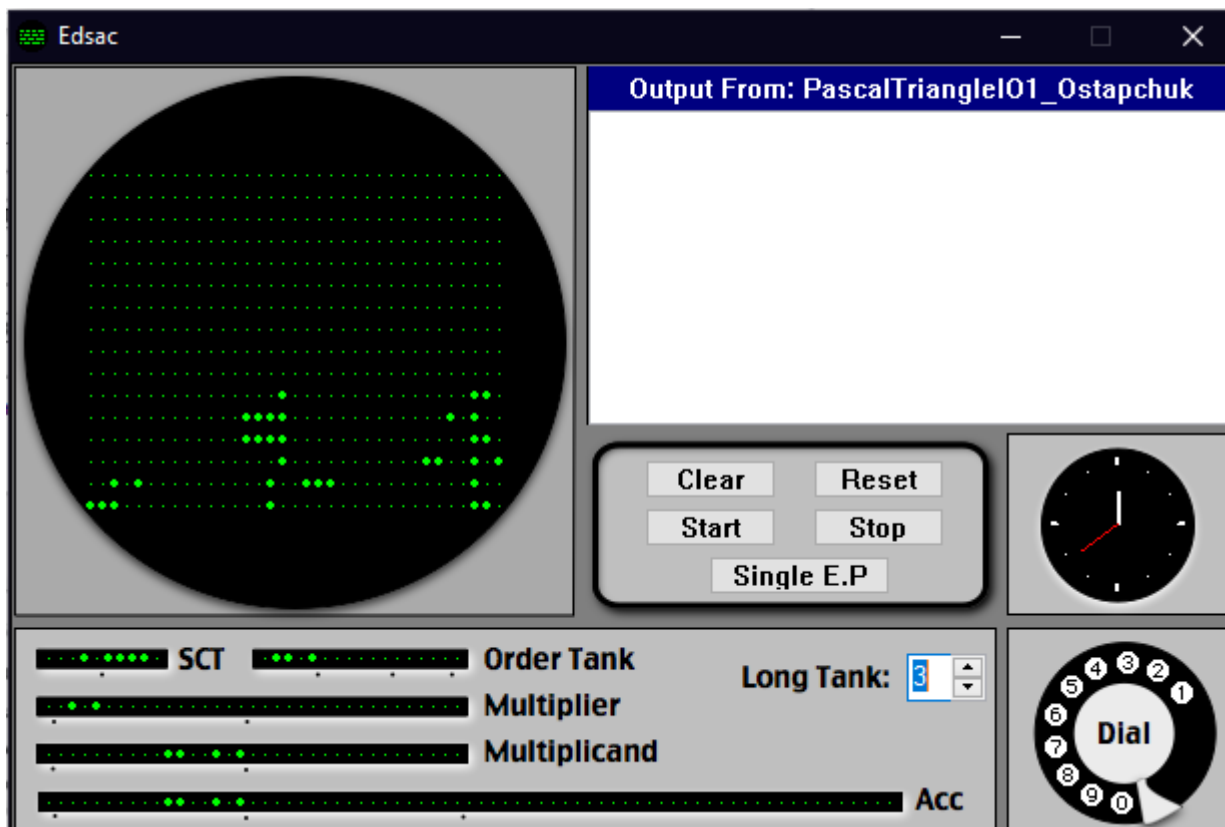
Для получения заданного числа в коде Грея необходимо сложить по модулю два (операция “исключающее или”) текущее число с самим собой, сдвинутым на разряд вправо. Для получения последовательности необходимо в пределах заданного числа разрядов пройти циклом с шагом 1 от нуля до максимального числа. Так как операция вывода в EDSAC предусматривает лишь вывод старших пяти бит числа в десятичной системе счисления, необходимо выводить каждое число поразрядно для получения корректного результата.

Код программы Initial Orders 1 с комментариями:

```
[31:] T 103 S
[32:] Z 0 S [останов для отладки]
[33:] T 0 S [запись аккумулятора в рабочую ячейку 0, обнуление аккумулятора]
[34:] A 95 [c1] S [загружаем счетчик текущего показателя]
[35:] T 2 S [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
[36:] A 100 [addr] S [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]
[37:] L 0 L [сдвиг аккумулятора на 1 разряд влево]
[38:] A 52 S [прибавляем код инструкции с полем адреса 0]
[39:] T 52 S [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[40:] A 100 [addr] S [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]
[41:] L 0 L [сдвиг аккумулятора на 1 разряд влево]
[42:] A 53 S [прибавляем код инструкции с полем адреса 1]
[43:] T 53 S [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[44: loop1] A 2 S [загружаем счетчик текущего показателя]
[45:] S 96 [pokaz] S [уменьшаем на необходимый показатель]
[46:] E 93 [exit] S [если результат больше 0, завершаем работу]
[47:] A 95 [c1] S [увеличиваем на 1]
[48:] A 96 [pokaz] S [увеличиваем на необходимый показатель]
[49:] T 2 S [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
[50:] A 2 S
[51:] T 3 S [обновляем значение счетчика для внутреннего цикла]
[52:] A 0 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0-го элемента массива]
```

[53:] A 1 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 1-го элемента массива]
 [54:] T 0 S [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
 [55:] A 100 [addr] S [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]
 [56:] L 0 L [сдвиг аккумулятора на 1 разряд влево]
 [57:] A 97 [r1] S [прибавляем код инструкции с полем адреса 1]
 [58:] T 71 [r1] S [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
 [59:] A 100 [addr] S [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]
 [60:] L 0 L [сдвиг аккумулятора на 1 разряд влево]
 [61:] A 99 [w1] S [прибавляем код инструкции с нулевым полем адреса]
 [62:] T 75 [w1] S [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
 [63:] A 100 [addr] S [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]
 [64:] L 0 L [сдвиг аккумулятора на 1 разряд влево]
 [65:] A 98 [r2] S [прибавляем код инструкции с полем адреса 2]
 [66:] T 72 [r2] S [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
 [67: loop2] A 3 S [загружаем счетчик необработанных элементов массива]
 [68:] S 95 [c1] S [уменьшаем на 1]
 [69:] G 91 S [если результат меньше 0, завершаем вложенный цикл]
 [70:] T 3 S [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
 [71:] [r1:] A 1 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
 [72:] [r2:] A 2 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+2]
 [73:] T 1 S [запись этого значения в рабочую ячейку 1, обнуление аккумулятора]
 [74:] A 0 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0]
 [75:] [w1:] T 1 S [запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]
 [76:] A 1 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 1]
 [77:] T 0 S [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
 [78:] A 95 [c1] S [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [79:] L 0 L [сдвиг на 1 разряд влево]
 [80:] A 71 [r1] S [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [81:] T 71 [r1] S [записываем сформированную инструкцию в память]
 [82:] A 95 [c1] S [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [83:] L 0 L [сдвиг на 1 разряд влево]
 [84:] A 75 [w1] S [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [85:] T 75 [w1] S [записываем сформированную инструкцию в память]
 [86:] A 95 [c1] S [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [87:] L 0 L [сдвиг на 1 разряд влево]
 [88:] A 72 [r2] S [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [89:] T 72 [r2] S [записываем сформированную инструкцию в память]
 [90:] E 67 [loop2] S
 [91:] T 4 S [обнуление аккумулятора]
 [92:] E 44 [loop1] S [повторяем все операции; аккумулятор обнулен]
 [93:] A 100 S
 [94: exit] Z 0 S [останов]
 [95: c1] P 0 L [константа 1 (0...0|0|0...00|1 = 1)]

[96: pokaz] P 2 L [5 (0...0|0|0...010|1 = 5) (данный показатель)]
 [97: r1 const] A 1 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
 [98: r2 const] A 2 S [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+2]
 [99: w1 const] T 1 S [запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]
 [100: addr] P 50 L [101 адрес первого элемента массива]
 [101:] P 0 L [1]
 [102:] P 0 L [1]



Аналогичный алгоритм используется для Initial Orders 2 и в целом часть подпрограмма базируется на изменённой версии кода для Initial Orders 1. Так же разработана вызывающая ее тестовую программа. Адрес обрабатываемого массива данных и показатель передаются через ячейки памяти с фиксированными адресами (5 и 6 ячейки соответственно).

Код программы Initial Orders 2 с комментариями:

T 56 K

G K [директива IO2, фиксация начального адреса подпрограммы]
 [0:] A 3 F [пролог: формирование кода инструкции возврата в Acc]
 [1:] T 56 [ret] @ [пролог: запись инструкции возврата]

[2:] A 57 [c1] @ [загружаем счетчик текущего показателя]
[3:] T 2 F [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
[4:] A 5 [addr] F [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]

[5:] A 18 @ [прибавляем код инструкции с полем адреса 0]
[6:] T 18 @ [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[7:] A 5 [addr] F [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]

[8:] A 19 @ [прибавляем код инструкции с полем адреса 1]
[9:] T 19 @ [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[10: loop1] A 2 F [загружаем счетчик текущего показателя]
[11:] S 6 [pokaz] F [уменьшаем на необходимый показатель]
[12:] E 56 [exit] @ [если результат больше 0, завершаем работу]
[13:] A 57 [c1] @ [увеличиваем на 1]
[14:] A 6 [pokaz] F [увеличиваем на необходимый показатель]
[15:] U 2 F [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
[16:] Z 0 F
[17:] T 3 F [обновляем значение счетчика для внутреннего цикла]
[18:] A 0 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0-го элемента массива]
[19:] A 1 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 1-го элемента массива]
[20:] T 0 F [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
[21:] A 5 [addr] F [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]

[22:] A 58 [r1] @ [прибавляем код инструкции с полем адреса 1]
[23:] T 34 [r1] @ [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[24:] A 5 [addr] F [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]

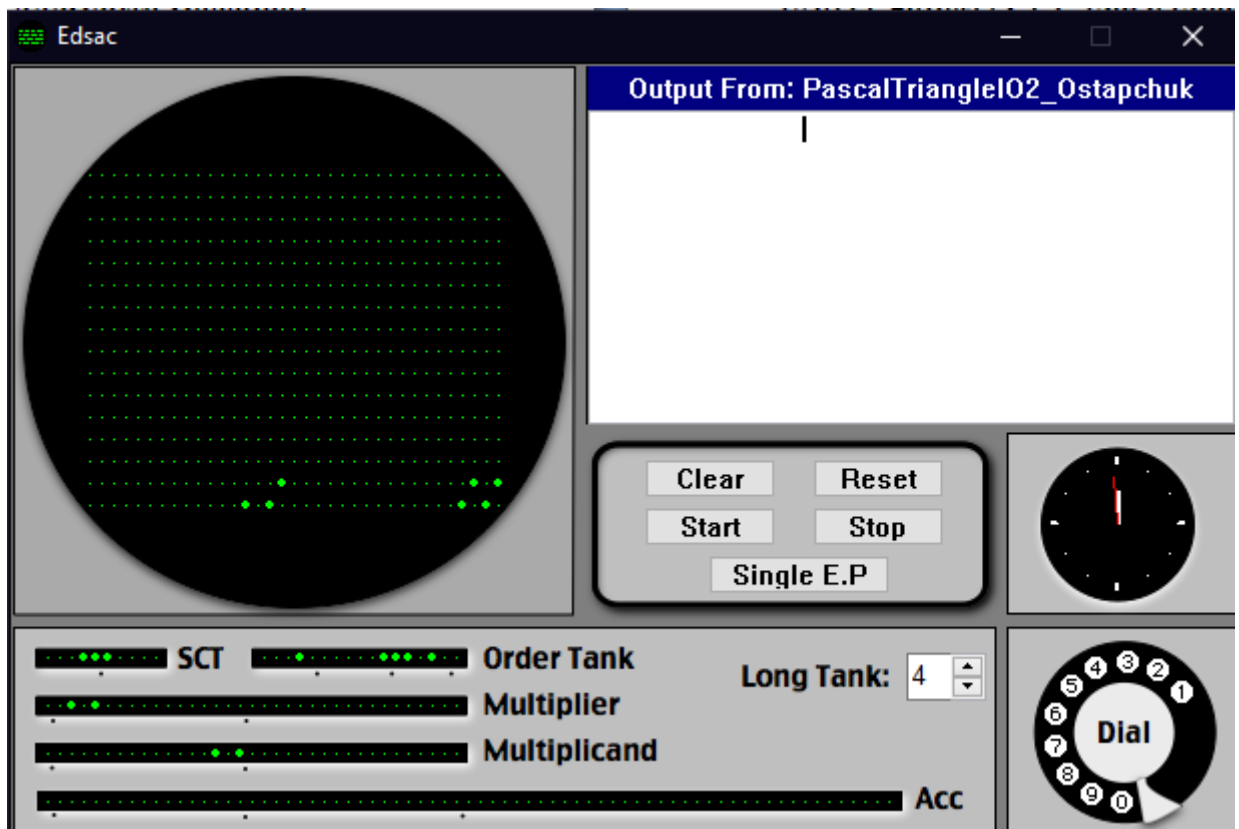
[25:] A 60 [w1] @ [прибавляем код инструкции с нулевым полем адреса]
[26:] T 38 [w1] @ [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[27:] A 5 [addr] F [загрузка в аккумулятор адреса 0-го элемента массива]

[28:] A 59 [r2] @ [прибавляем код инструкции с полем адреса 2]
[29:] T 35 [r2] @ [запись сформированной инструкции, обнуление аккумулятора]
[30: loop2] A 3 F [загружаем счетчик необработанных элементов массива]
[31:] S 57 [c1] @ [уменьшаем на 1]

[32:] G 54 @ [если результат меньше 0, завершаем вложенный цикл]
[33:] T 3 F [обновляем значение счетчика и обнуляем аккумулятор]
[34:] [r1:] A 1 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
[35:] [r2:] A 2 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+2]
[36:] T 1 F [запись этого значения в рабочую ячейку 1, обнуление аккумулятора]
[37:] A 0 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 0]
[38:] [w1:] T 1 F [запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]
[39:] A 1 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки 1]

[40:] T 0 F [запись этого значения в рабочую ячейку, обнуление аккумулятора]
 [41:] A 57 [c1] @ [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [42:] L 0 D [сдвиг на 1 разряд влево]
 [43:] A 34 [r1] @ [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [44:] T 34 [r1] @ [записываем сформированную инструкцию в память]
 [45:] A 57 [c1] @ [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [46:] L 0 D [сдвиг на 1 разряд влево]
 [47:] A 38 [w1] @ [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [48:] T 38 [w1] @ [записываем сформированную инструкцию в память]
 [49:] A 57 [c1] @ [загрузка в аккумулятор константы 1]
 [50:] L 0 D [сдвиг на 1 разряд влево]
 [51:] A 35 [r2] @ [прибавляем код инструкции, исполненной на предыдущем шаге]
 [52:] T 35 [r2] @ [записываем сформированную инструкцию в память]
 [53:] E 30 [loop2] @
 [54:] T 4 F [обнуление аккумулятора]
 [55:] E 10 [loop1] @ [повторяем все операции; аккумулятор обнулен]
 [56: ret] E 0 F [эпилог: инструкция возврата из подпрограммы]
 [57: c1] P 0 D [константа 1 (0...0|0|0...00|1 = 1)]
 [58: r1 const] A 1 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+1]
 [59: r2 const] A 2 F [загрузка в аккумулятор значения из ячейки N+2]
 [60: w1 const] T 1 F [запись этого значения в ячейку с адресом N+1, обнуление аккумулятора]

G K [директива IO2, фиксация начального адреса программы]
 [1:] A 8 [addr] @ [загружаем адрес массива]
 [2:] T 5 F [запись адреса массива в ячейку 5, обнуление аккумулятора]
 [3:] A 7 [pokaz] @ [загружаем показатель]
 [4:] T 6 F [запись показателя в ячейку 6, обнуление аккумулятора]
 [5:] A 5 @ [\ вызов]
 [6:] G 56 F [/ подпрограммы]
 [7:] Z 0 F [останов]
 [8: pokaz] P 2 D [5 (0...0|0|0...010|1 = 5) (данный показатель)]
 [9: addr] P 9 @ [адрес массива]
 [10:] P 0 D
 [11:] P 0 D
 [12:] EZ PF



Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы была разработана программа для EDSAC, выполняющая расчет биномиальных коэффициентов для данного показателя по треугольнику Паскаля предполагающую загрузчики Initial Orders 1 и Initial Orders 2.