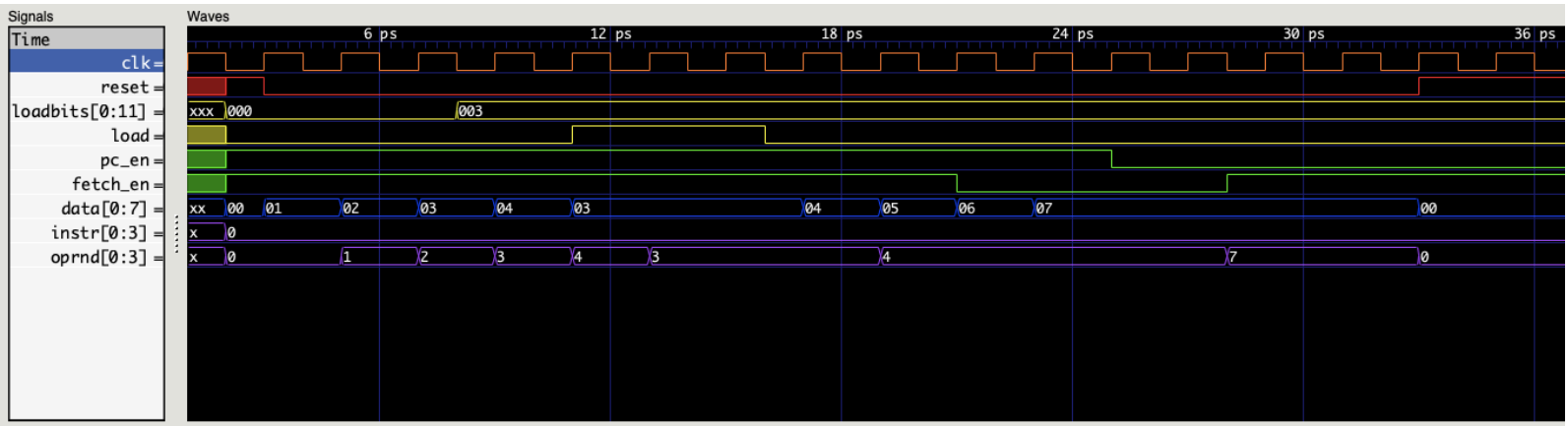
Laboratorio 10

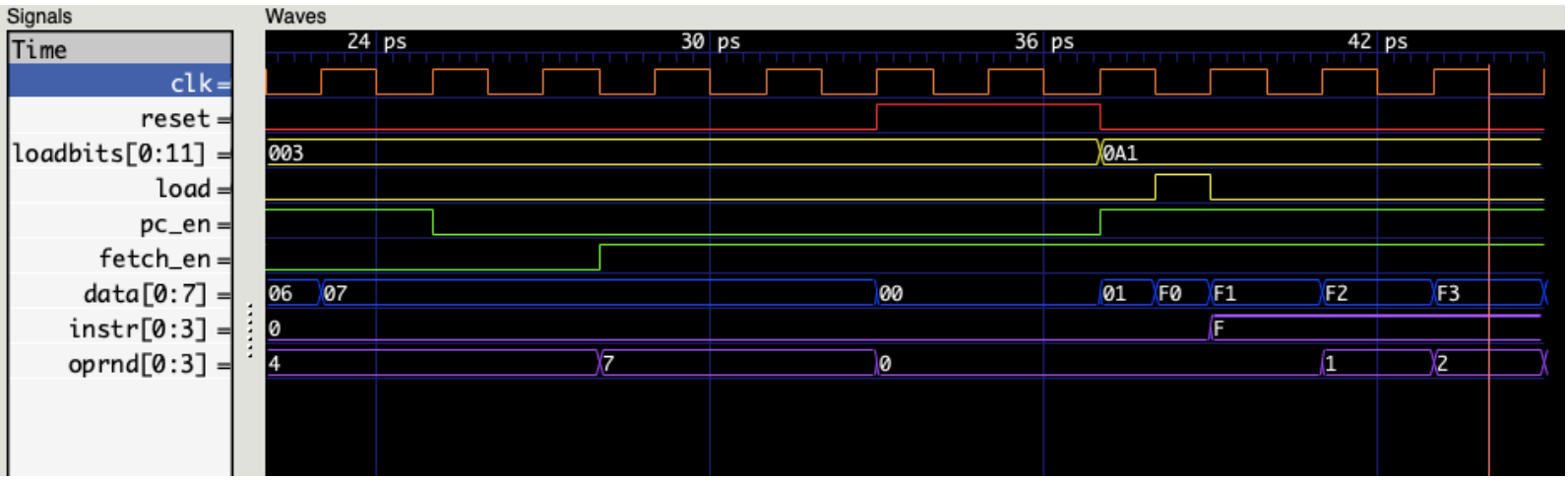
Ejercicio 1

En este ejercicio se unió el program counter, la program ROM y el fetch, para realizar un bloque del Nibbler. El funcionamiento del bloque es que el program counter va contando e incrementando un bit cada flanco de reloj, también se le puede ingresar un valor de 12 bits y mientras la variable “load” este en 1, el valor de la salida del program counter será igual a la entrada de 12 bits. Este valor de 12 bits se envía directamente a la ROM la cual usando $readmemh accede a la lista donde, por medio de los 12 bits de dirección que tiene como input, regresa el valor de 8 bits en la lista. Estos 8 bits son el program byte, que se colocó como salida del bloque y también es la entrada del fetch. El fetch es un flipflop D, que tiene como salida la instrucción (4 bits más significativos del program byte) y el operando (4 bits menos significativos del program byte). Debido a que él fetch es un flipflop, la salida de instrucción y operando es igual a los nibblers del program byte pero con un atraso de 1 flanco de reloj.
El fetch y program counter, ambos cuentan con su propio bit de Enable y usan el mismo bit de Clock y reset.

En la tabla a continuación se observa el funcionamiento del bloque, que inicia en 0 la variable data, que es el program byte y cada flanco de reloj incrementa 1. Se puede observar que también cada flanco de reloj, mientras el Enable del fetch este en 1, el valor del program byte pasa a instr y oprnd.
Cabe mencionar que en la lista el valor va incrementando de 00 a 18 y luego hace un salto a la posición A1 donde incrementa de f0 a fc. Por lo que el program byte, al estar el Enable del program counter en 1, incrementa 1 cada flanco y luego se observa que se pone en 0 porque se prende el reset. Pero al poner 0A1 en loadbits y prender el bit load, el valor del program byte es f0 y comienza nuevamente a incrementar porque en la lista el valor va incrementando.

```
ejercicio1
|clk e_pc e_fetch reset  loadbits    load |program byte   instr  oprnd
|  1   x    x       x    xxxxxxxxxxxx    x | xxxxxxxx       xxxx  xxxx
|  0   1    1       1    000000000000    0 | 00000000       0000  0000
|  1   1    1       0    000000000000    0 | 00000001       0000  0000
|  0   1    1       0    000000000000    0 | 00000001       0000  0000
|  1   1    1       0    000000000000    0 | 00000010       0000  0001
|  0   1    1       0    000000000000    0 | 00000010       0000  0001
|  1   1    1       0    000000000000    0 | 00000011       0000  0010
|  0   1    1       0    000000000011    0 | 00000011       0000  0010
|  1   1    1       0    000000000011    0 | 00000100       0000  0011
|  0   1    1       0    000000000011    0 | 00000100       0000  0011
|  1   1    1       0    000000000011    1 | 00000011       0000  0100
|  0   1    1       0    000000000011    1 | 00000011       0000  0100
|  1   1    1       0    000000000011    1 | 00000011       0000  0011
|  0   1    1       0    000000000011    1 | 00000011       0000  0011
|  1   1    1       0    000000000011    1 | 00000011       0000  0011
|  0   1    1       0    000000000011    0 | 00000011       0000  0011
|  1   1    1       0    000000000011    0 | 00000100       0000  0011
|  0   1    1       0    000000000011    0 | 00000100       0000  0011
|  1   1    1       0    000000000011    0 | 00000101       0000  0100
|  0   1    1       0    000000000011    0 | 00000101       0000  0100
|  1   1    0       0    000000000011    0 | 00000110       0000  0100
|  0   1    0       0    000000000011    0 | 00000110       0000  0100
|  1   1    0       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0100
|  0   1    0       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0100
|  1   0    0       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0100
|  0   0    0       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0100
|  1   0    0       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0100
|  0   0    1       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0111
|  1   0    1       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0111
|  0   0    1       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0111
|  1   0    1       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0111
|  0   0    1       0    000000000011    0 | 00000111       0000  0111
|  1   0    1       1    000000000011    0 | 00000000       0000  0000
|  0   0    1       1    000000000011    0 | 00000000       0000  0000
|  1   0    1       1    000000000011    0 | 00000000       0000  0000
|  0   0    1       1    000000000011    0 | 00000000       0000  0000
|  1   1    1       0    000010100001    0 | 00000001       0000  0000
|  0   1    1       0    000010100001    1 | 11110000       0000  0000
|  1   1    1       0    000010100001    0 | 11110001       1111  0000
|  0   1    1       0    000010100001    0 | 11110001       1111  0000
|  1   1    1       0    000010100001    0 | 11110010       1111  0001
|  0   1    1       0    000010100001    0 | 11110010       1111  0001
|  1   1    1       0    000010100001    0 | 11110011       1111  0010
|  0   1    1       0    000010100001    0 | 11110011       1111  0010
|  1   1    1       0    000010100001    0 | 11110100       1111  0011
gtkwave ejercicio1_tb.vcd ejercicio1_tb.gtkw
```



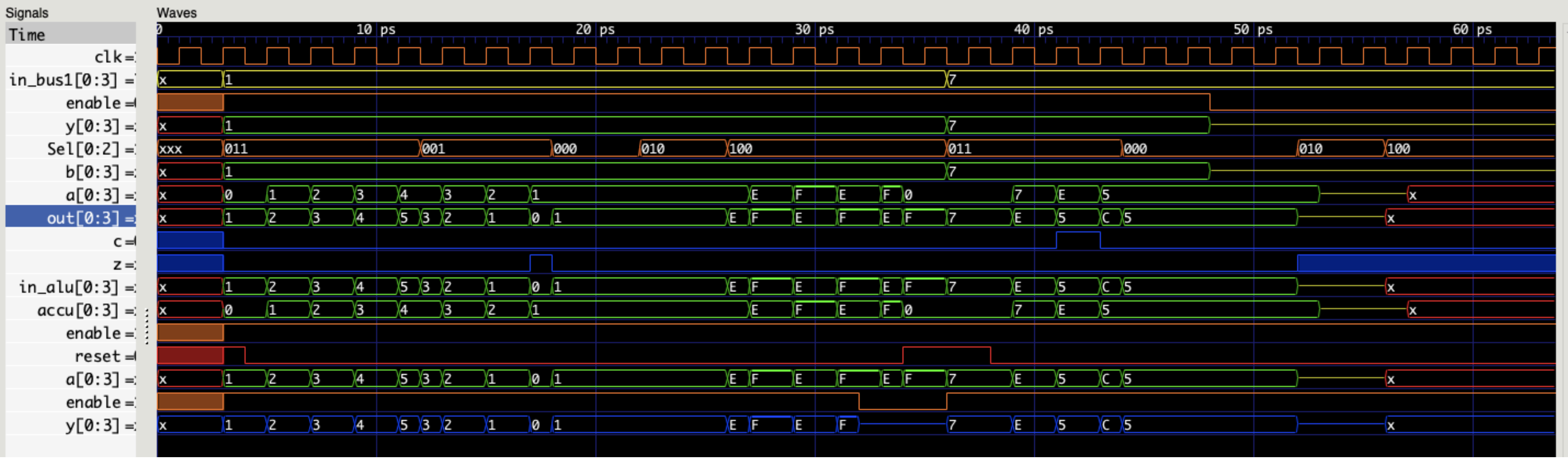


Ejercicio 2

Para el segundo ejercicio se debía de tener una entrada de 4 bits que fuera a un buffer triestado y la salida de esta compuerta fuera una de las entradas de la ALU. La ALU puede realizar 5 operaciones distintas:

- Dejar pasar a
- Dejar pasar b
- Restar a menos b
- Sumar a y b
- Nand entre a y b

La salida de la ALU va a la entrada del acumulador, que es un flipflop de 4 bits que su salida va a la entrada “a” de la alu. Al mismo tiempo, la salida de la alu va a la entrada de un segundo buffer triestado, y la salida de este componente ya son los outputs del bloque.




```
ejercicio2
| clk | reset | accu_en | bus1_en | bus2_en | in_bus1 |  Sel ||| c | z |  out |
================================================================================|
|  1  |   x   |    x    |    x    |    x    |   xxxx  |  xxx ||| x | x | xxxx |
|  0  |   x   |    x    |    x    |    x    |   xxxx  |  xxx ||| x | x | xxxx |
|  1  |   1   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0010 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0010 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0011 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0011 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0100 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0100 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  011 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 0 | 0011 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 0 | 0010 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 0 | 0010 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  001 ||| 0 | 1 | 0000 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  000 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  000 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  000 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  000 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  010 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  010 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  010 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  010 ||| 0 | 0 | 0001 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1110 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1111 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1111 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1110 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1110 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | 1111 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    0    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | zzzz |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    0    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | zzzz |
|  0  |   1   |    1    |    1    |    0    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | zzzz |
|  1  |   1   |    1    |    1    |    0    |   0001  |  100 ||| 0 | 0 | zzzz |
|  0  |   1   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 0111 |
|  1  |   1   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 0111 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 0111 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 1110 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 1110 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 1 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 1 | 0 | 0101 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  011 ||| 0 | 0 | 1100 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  1  |   0   |    1    |    1    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  000 ||| 0 | 0 | 0101 |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  010 ||| 0 | x | zzzz |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  010 ||| 0 | x | zzzz |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  010 ||| 0 | x | zzzz |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  010 ||| 0 | x | zzzz |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  0  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
|  1  |   0   |    1    |    0    |    1    |   0111  |  100 ||| 0 | x | xxxx |
gtkwave ejercicio2_tb.vcd ejercicio2_tb.gtkw
```