

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

MT 4001 - Electrónica Digital

Tarea de diseño 3:

Contador de Pulsos

Adrián Dittel Retana – 2019007945

Gabriel González Rodríguez – 2019057548

Jose Fabio Navarro Naranjo – 2019049626

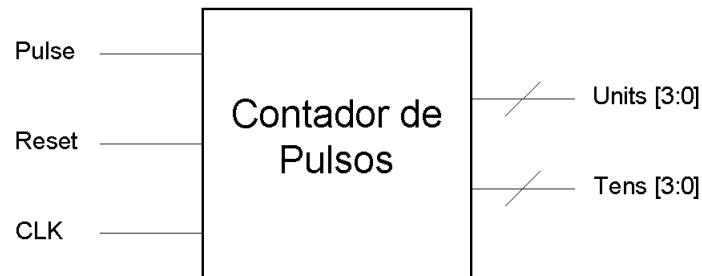
Profesora: Ana María Murillo Morgan

Semestre II - 2021

Diseño propuesto

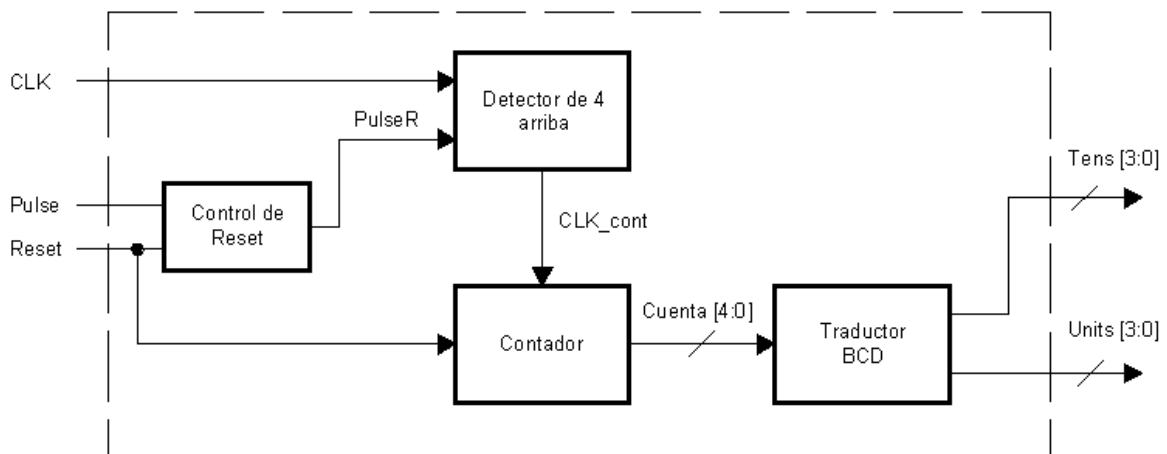
Primer nivel

A continuación se presenta el diagrama de primer nivel para el contador de pulsos.



Segundo nivel

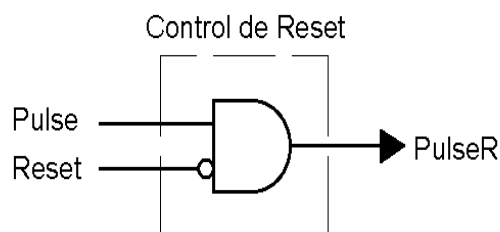
A continuación se presenta el diagrama de segundo nivel para el contador de pulsos.



Tercer nivel

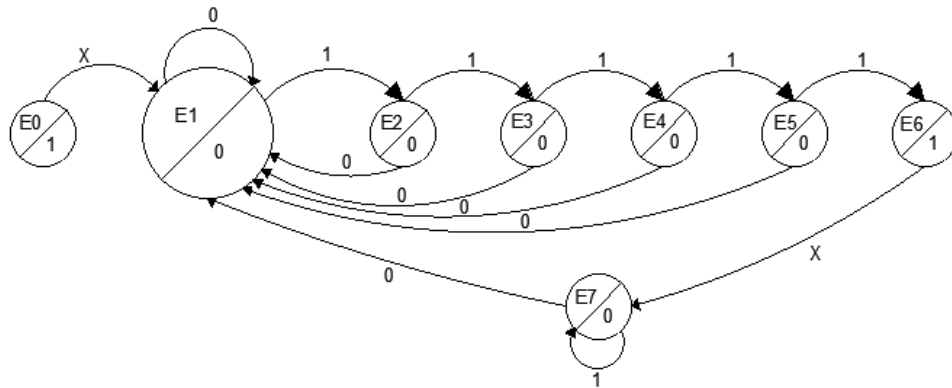
- **Control de Reset**

Este módulo lo que hace es resetear el pulso que ingresa al circuito de modo, que cuando se aplica el reset, el pulso de entrada también se fija en cero. Para esto, se utiliza una compuerta AND con la entrada del reset negada.



- **Detector de 4 arriba**

Este módulo es una máquina de estados que verifica si un pulso se mantiene mínimo por 4 pulsos arriba, y si este es el caso, envía un pulso que es tomado por el contador, a manera de clock, de modo que lo cuantifica. Es importante mencionar que se tuvo que añadir un estado inicial por el cual la máquina pasa una sola vez, el cual tiene como salida un valor en alto, que tiene como funcionalidad activar el contador para que esté listo para contabilizar los pulsos que llegarán después. El diagrama de estados se muestra en la siguiente imagen.



Ahora bien, siguiendo el diagrama de estados anterior, se creó la siguiente tabla de estados con la finalidad de implementar dicha máquina de estados en un circuito digital.

Estado	QA	QB	QC	P	QA+	QB+	QC+	A	B	C	TA	TB	TC
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	alfa	0	0	1
	0	0	0	1	0	0	1	0	0	alfa	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	1	1	0	1	0	0	alfa	beta	0	1	1
2	0	1	0	0	0	0	1	0	beta	alfa	0	1	1
	0	1	0	1	0	1	1	0	1	alfa	0	0	1
3	0	1	1	0	0	0	1	0	beta	1	0	1	0
	0	1	1	1	1	0	0	alfa	beta	beta	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	1	beta	0	alfa	1	0	1
	1	0	0	1	1	0	1	1	0	alfa	0	0	1
5	1	0	1	0	0	0	1	beta	0	1	1	0	0
	1	0	1	1	1	1	0	1	alfa	beta	0	1	1

6	1	1	0	0	1	1	1	1	1	alfa	0	0	1
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	alfa	0	0	1
7	1	1	1	0	0	0	1	beta	beta	1	1	1	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Luego, con la tabla anterior se realizaron los siguientes mapas K para obtener las ecuaciones para cada entrada, donde la entrada D representa al Pulso.

Para TA:

		CD			
		$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
AB	$\bar{A}\bar{B}$	0 ₀	0 ₁	0 ₃	0 ₂
	$\bar{A}B$	0 ₄	0 ₅	1 ₇	0 ₆
	AB	0 ₁₂	0 ₁₃	0 ₁₅	1 ₁₄
	$A\bar{B}$	1 ₈	0 ₉	0 ₁₁	1 ₁₀

$$TA = (\sim C)(D)(A) + (\sim D)(A)(\sim B) + (C)(D)(\sim A)(B)$$

Para TB:

		CD			
		$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
AB	$\bar{A}\bar{B}$	0 ₀	0 ₁	1 ₃	0 ₂
	$\bar{A}B$	1 ₄	0 ₅	1 ₇	1 ₆
	AB	0 ₁₂	0 ₁₃	0 ₁₅	1 ₁₄
	$A\bar{B}$	0 ₈	0 ₉	1 ₁₁	0 ₁₀

$$TB = (C)(D)(\sim A) + (C)(D)(\sim B) + (C)(\sim D)(B) + (\sim A)(B)(\sim D)$$

Para TC:

		CD			
AB		$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$		0	1	3	0 2
$\bar{A}B$		4	5	7	0 6
AB		12	13	0 15	0 14
$A\bar{B}$		8	9	11	0 10

$$TC = \sim C + (D)(\sim A) + (D)(\sim B)$$

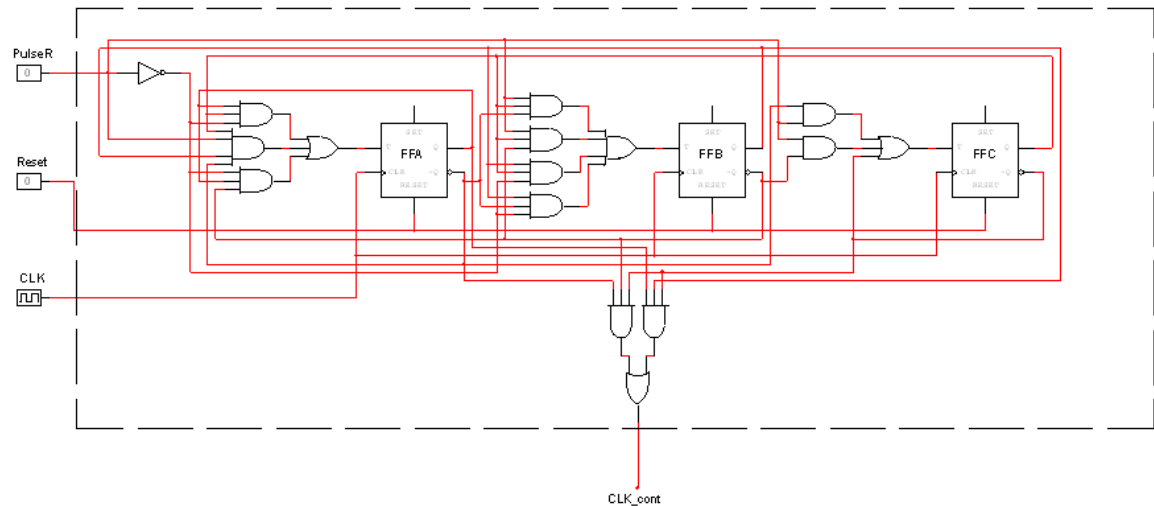
Luego de esto, para la lógica de salida de la máquina de estados, se creó la siguiente tabla.

QA	QB	QC	S
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

De modo que, la función lógica para la salida se obtuvo sumando los minterminos 0 y 6, los cuales no se podían simplificar más.

$$S = (\sim A)(\sim B)(\sim C) + (A)(B)(\sim C)$$

Finalmente, con todo esto, se obtuvo el siguiente circuito lógico.



- **Contador**

Este contador lo que va a hacer es que va a llevar la cuenta hasta 20 de los pulsos que se registren con el detector, una vez llegue a 20 este se reinicia a 0.

Lo primero que se hace es la tabla de los estados para averiguar qué ecuación se ocupa en cada Flip-Flop.

Mintérmino	Estados Actuales					Estados Siguietes					Flip-Flop				
	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q'5	Q'4	Q'3	Q'2	Q'1	T5	T4	T3	T2	T1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
6	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
7	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1

8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
9	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
11	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
12	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
13	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
14	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
15	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
18	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
19	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Una vez hecho esto se obtienen los mapas K, y su correspondiente ecuación, se debe considerar que $E = Q1$, $D = Q2$, $C = Q3$, $B = Q4$, $A = Q5$.

T1:

BC \ ADE		$\bar{A}\bar{D}\bar{E}$	$\bar{A}\bar{D}E$	$\bar{A}D\bar{E}$	$\bar{A}DE$	$A\bar{D}\bar{E}$	$A\bar{D}E$	$AD\bar{E}$	ADE
		0	1	2	3	4	5	6	7
$\bar{B}\bar{C}$	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$\bar{B}C$	4	1	1	1	1	X	X	X	0
BC	12	1	1	1	1	X	X	X	X
$B\bar{C}$	8	1	1	1	1	X	X	X	X

$$T1 = \sim Q5 + (\sim Q4)(\sim Q3)$$

T2:

BC \ ADE		$\bar{A}\bar{D}\bar{E}$	$\bar{A}\bar{D}E$	$\bar{A}D\bar{E}$	$\bar{A}DE$	$A\bar{D}\bar{E}$	$A\bar{D}E$	$AD\bar{E}$	ADE
		0	1	2	3	4	5	6	7
$\bar{B}\bar{C}$	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\bar{B}C$	4	0	1	1	0	X	X	X	0
BC	12	0	1	1	0	X	X	X	X
$B\bar{C}$	8	0	1	1	0	X	X	X	X

$$T2 = Q1$$

T3:

BC \ ADE		$\bar{A}\bar{D}\bar{E}$	$\bar{A}\bar{D}E$	$\bar{A}D\bar{E}$	$\bar{A}DE$	$A\bar{D}\bar{E}$	$A\bar{D}E$	$AD\bar{E}$	ADE
		0	1	2	3	4	5	6	7
$\bar{B}\bar{C}$	0	0	0	1	0	0	1	0	0
$\bar{B}C$	4	0	0	1	0	X	X	X	1
BC	12	0	0	1	0	X	X	X	X
$B\bar{C}$	8	0	0	1	0	X	X	X	X

$$T3 = (Q2)(Q1) + (Q5)(Q3)$$

T4:

BC \ ADE		$\overline{A}\overline{D}\overline{E}$	$\overline{A}D\overline{E}$	$\overline{A}DE$	$A\overline{D}\overline{E}$	$A\overline{D}E$	$AD\overline{E}$	ADE
		$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	BC	$B\overline{C}$	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	BC
$\overline{B}\overline{C}$		0 ₀	0 ₁	0 ₃	0 ₂	0 ₁₈	0 ₁₉	0 ₁₇
$\overline{B}C$		0 ₄	0 ₅	1 ₇	0 ₆	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₁
BC		0 ₁₂	0 ₁₃	1 ₁₅	0 ₁₄	X ₃₀	X ₃₁	X ₂₉
$B\overline{C}$		0 ₈	0 ₉	0 ₁₁	0 ₁₀	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₅

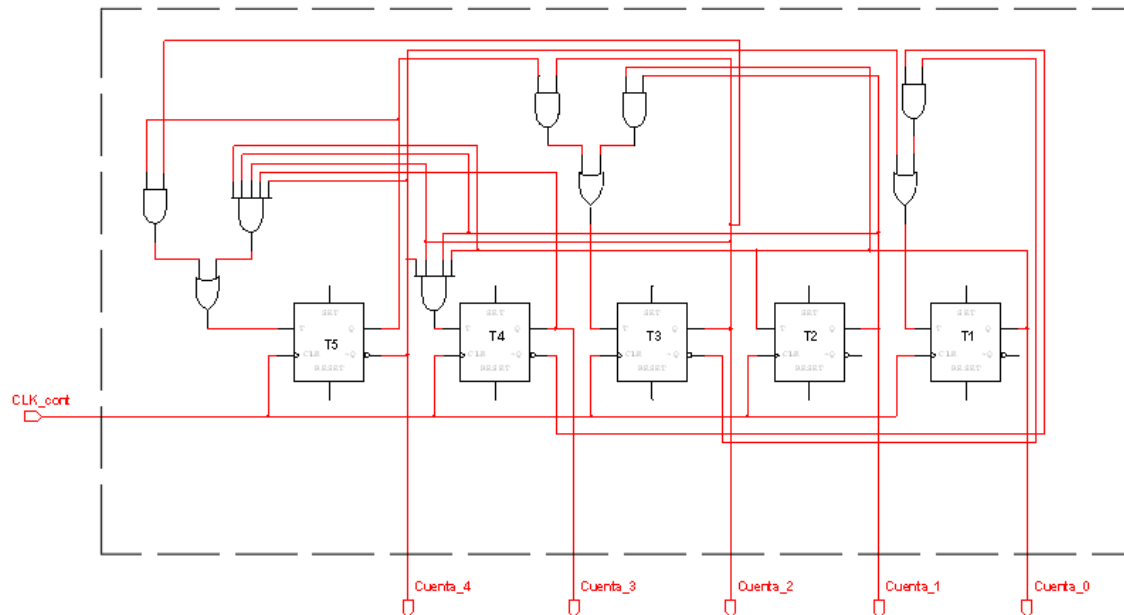
$$T4 = (\sim Q5)(Q3)(Q2)(Q1)$$

T5:

BC \ ADE		$\overline{A}\overline{D}\overline{E}$	$\overline{A}D\overline{E}$	$\overline{A}DE$	$A\overline{D}\overline{E}$	$A\overline{D}E$	$AD\overline{E}$	ADE
		$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	BC	$B\overline{C}$	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	BC
$\overline{B}\overline{C}$		0 ₀	0 ₁	0 ₃	0 ₂	0 ₁₈	0 ₁₉	0 ₁₇
$\overline{B}C$		0 ₄	0 ₅	0 ₇	0 ₆	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₁
BC		0 ₁₂	0 ₁₃	1 ₁₅	0 ₁₄	X ₃₀	X ₃₁	X ₂₉
$B\overline{C}$		0 ₈	0 ₉	0 ₁₁	0 ₁₀	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₅

$$T5 = (\sim Q5)(Q4)(Q3)(Q2)(Q1) + (Q5)(Q3)$$

Por último, de acuerdo a la ecuaciones se planteó el siguiente diagrama:



• Traductor BCD

Para convertir el número binario dado por el contador a código BCD se siguió el procedimiento que se muestra a continuación.

1. Se realizó la tabla de comportamiento del sistema, donde Q representa la Cuenta, T las decenas (Tens) y U las unidades (Units), además, A representa el bit más significativo y D (o E, a como corresponda) el menos significativo.

Tabla de comportamiento del Traductor BCD

QA	QB	QC	QD	QE	TA	TB	TC	TD	UA	UB	UC	UD
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1

0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

2. Se realizaron los mapas K necesarios para determinar las ecuaciones de cada uno de los dígitos/bits tanto de las unidades como de las decenas.

$$TA = 0$$

$$TB = 0$$

$$TC = AC$$

	TD									
	~A						A			
	~D~E	~DE	DE	D~E			~D~E	~DE	DE	D~E
~B~C	0	0	0	0		~B~C	1	1	1	1
~BC	0	0	0	0		~BC	0	X	X	X
BC	1	1	1	1		BC	X	X	X	X
B~C	0	0	1	1		B~C	X	X	X	X

$$TD = BC + BD + A\sim B\sim C$$

	UA									
	~A						A			
	~D~E	~DE	DE	D~E			~D~E	~DE	DE	D~E
~B~C	0	0	0	0		~B~C	0	0	1	1
~BC	0	0	0	0		~BC	0	X	X	X
BC	0	0	0	0		BC	X	X	X	X
B~C	1	1	0	0		B~C	X	X	X	X

$$UA = B\sim C\sim D + AD$$

	UB									
	~A						A			
	~D~E	~DE	DE	D~E			~D~E	~DE	DE	D~E
~B~C	0	0	0	0		~B~C	1	1	0	0
~BC	1	1	1	1		~BC	0	X	X	X
BC	0	0	1	1		BC	X	X	X	X
B~C	0	0	0	0		B~C	X	X	X	X

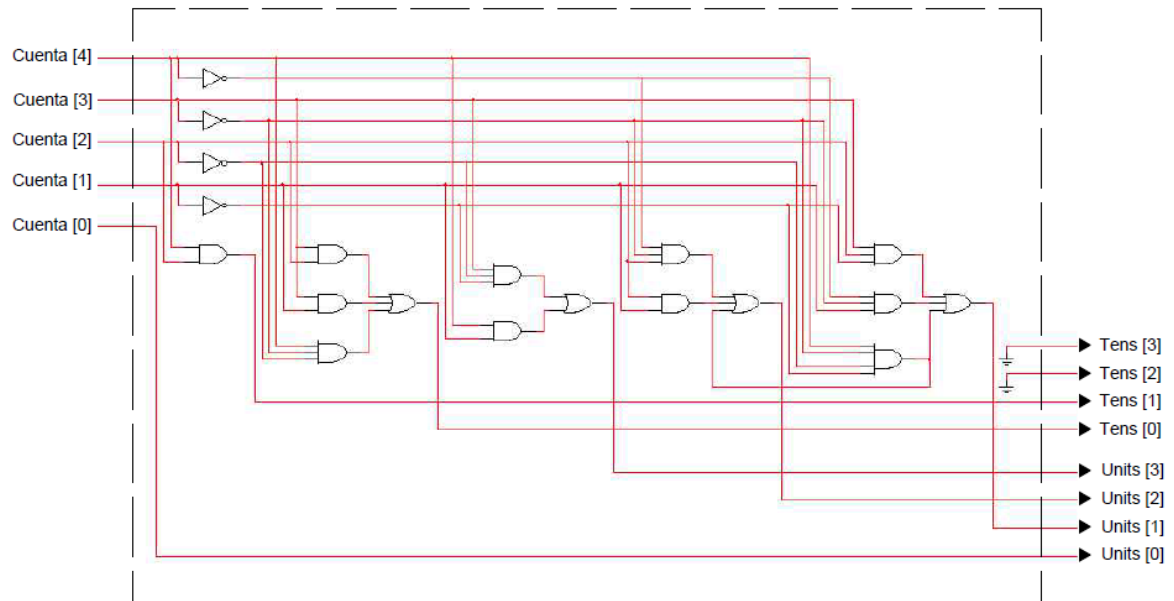
$$UB = \sim A\sim BC + CD + A\sim B\sim C\sim D$$

	UC									
	~A						A			
	~D~E	~DE	DE	D~E			~D~E	~DE	DE	D~E
~B~C	0	0	1	1		~B~C	1	1	0	0
~BC	0	0	1	1		~BC	0	X	X	X
BC	1	1	0	0		BC	X	X	X	X
B~C	0	0	0	0		B~C	X	X	X	X

$$UC = BC\sim D + \sim A\sim BD + A\sim B\sim C\sim D$$

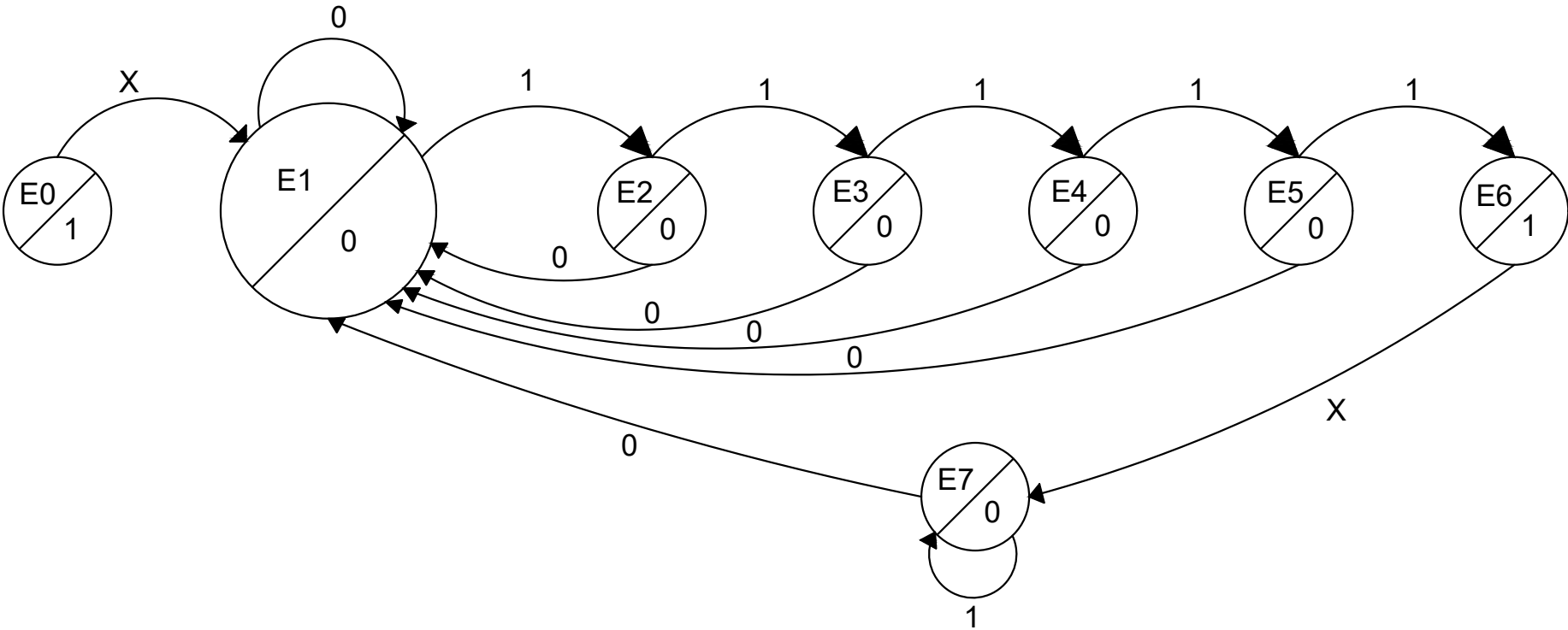
$$UD = E$$

El diagrama de tercer nivel del Traductor BCD se muestra a continuación.



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS

CONTADOR DE PULSOS:
DIAGRAMA DE ESTADOS

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL

TAREA DE DISEÑO 3

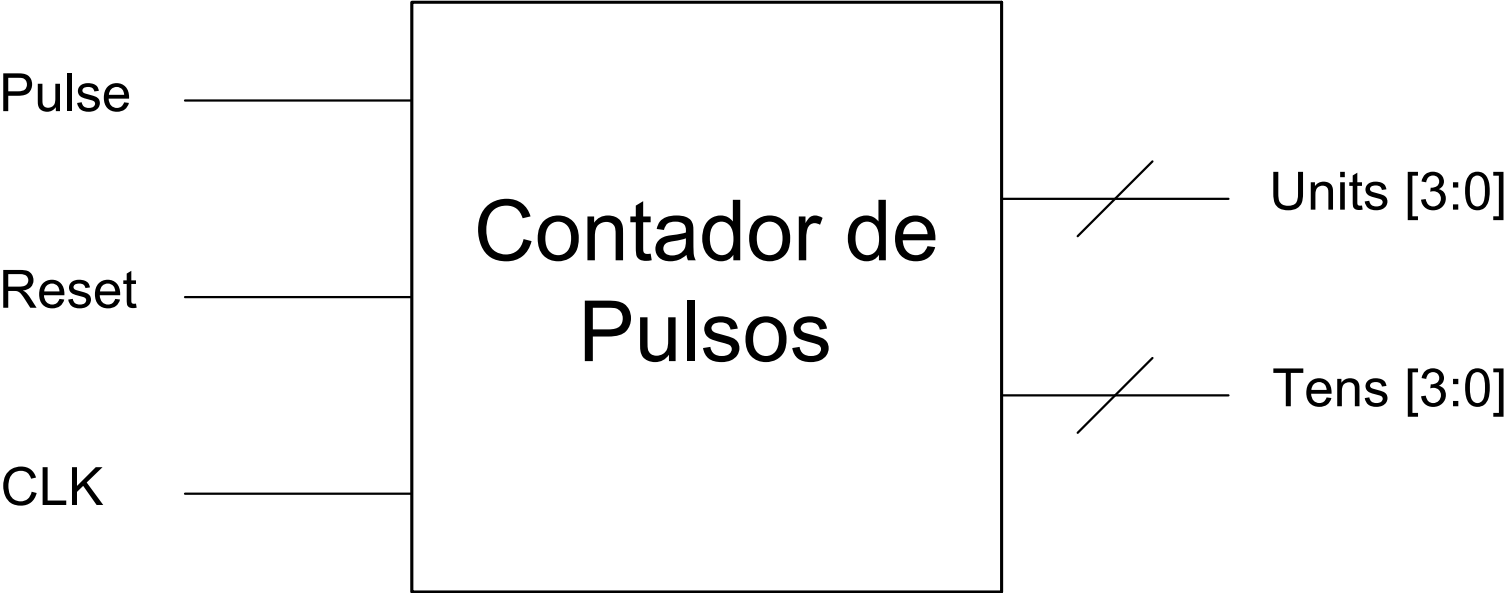
PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN

INTEGRANTES:

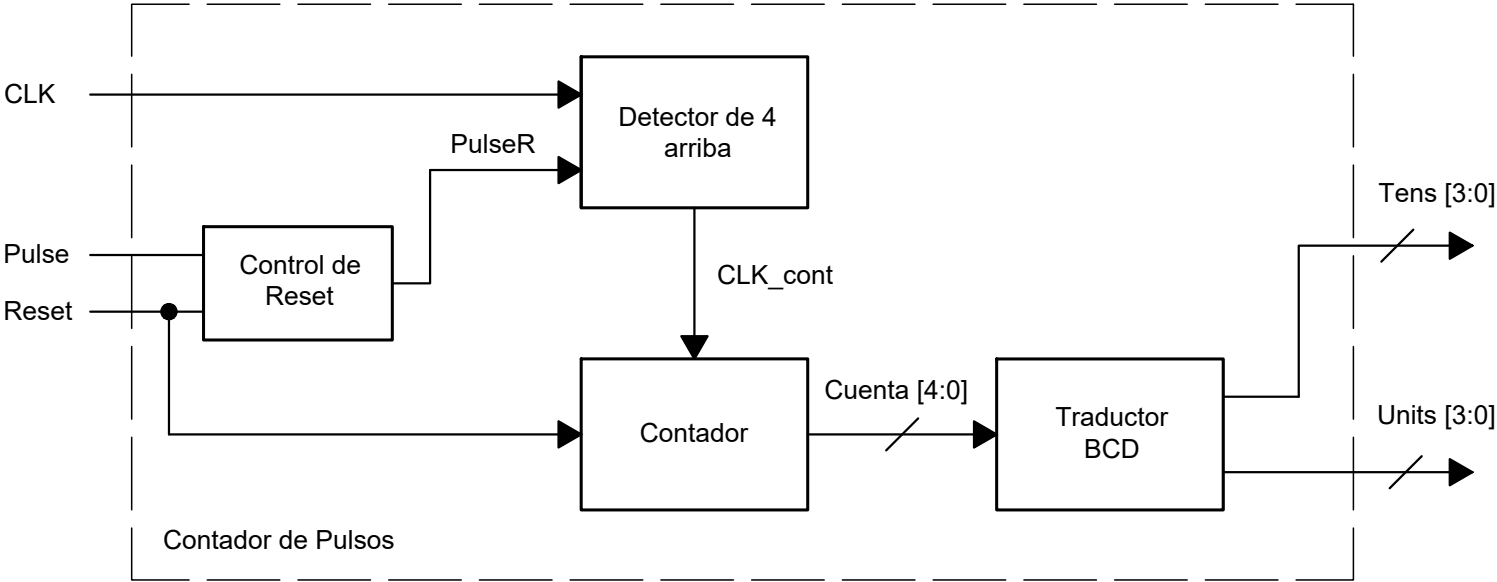
ADRIÁN DITTEL RETANA
GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO

LÁMINA

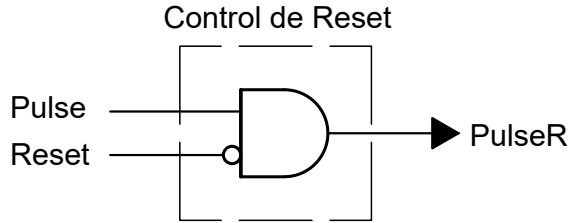
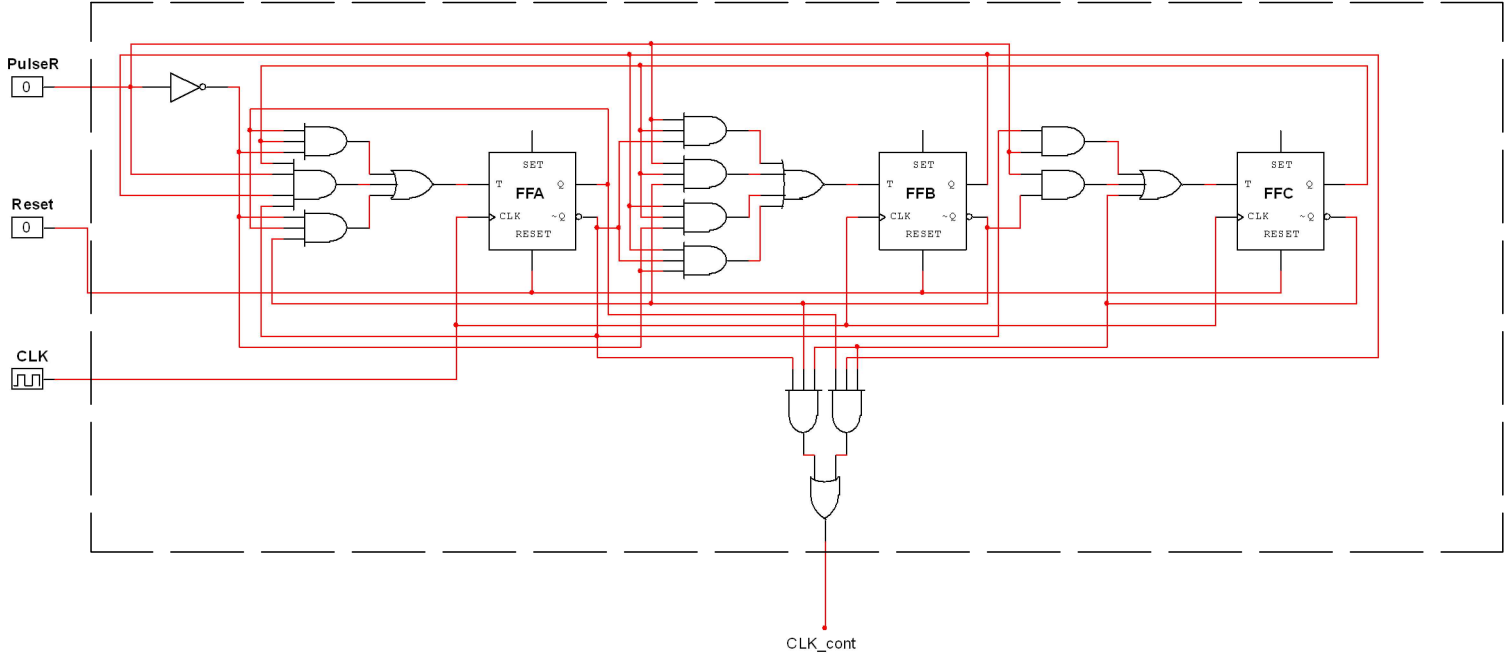
1
6



	TEC Tecnológico de Costa Rica	ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA	
		CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL	
		TAREA DE DISEÑO 3	
		PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN	
	PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS	INTEGRANTES:	LÁMINA
	CONTADOR DE PULSOS: DIAGRAMA DE PRIMER NIVEL	ADRIÁN DITTEL RETANA GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO	2 / 6



	TEC Tecnológico de Costa Rica	ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA	
		CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL	
		TAREA DE DISEÑO 3	
		PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN	
	PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS	INTEGRANTES:	LÁMINA
	CONTADOR DE PULSOS: DIAGRAMA DE SEGUNDO NIVEL	ADRIÁN DITTEL RETANA GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO	3 6



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS

CONTROL DE RESET Y DETECTOR DE 4 ARRIBA:
DIAGRAMA DE TERCER NIVEL

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL

TAREA DE DISEÑO 3

PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN

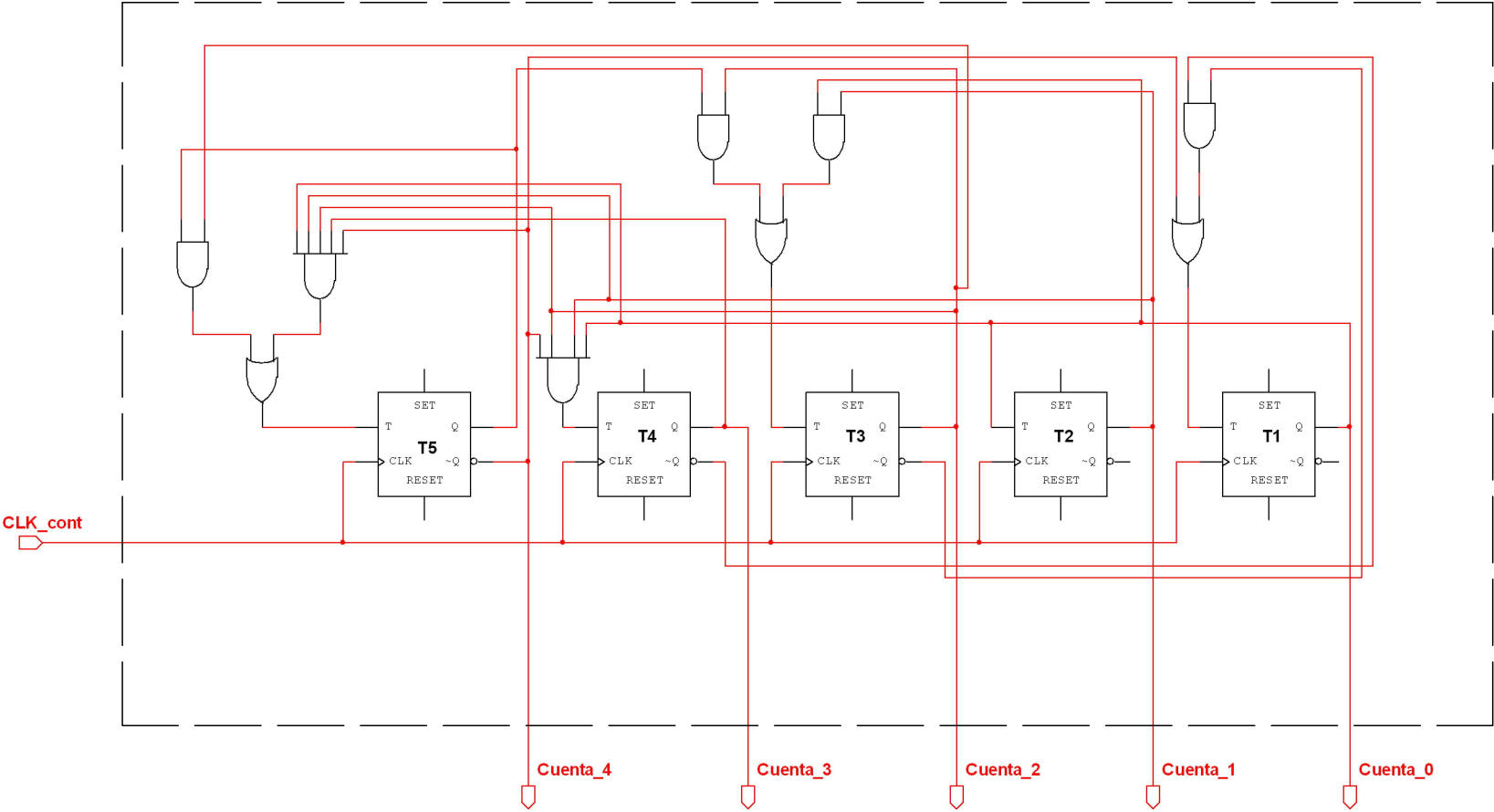
INTEGRANTES:

ADRIÁN DITTEL RETANA
GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO

LÁMINA

4

6



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS

CONTADOR:
DIAGRAMA DE TERCER NIVEL

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL

TAREA DE DISEÑO 3

PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN

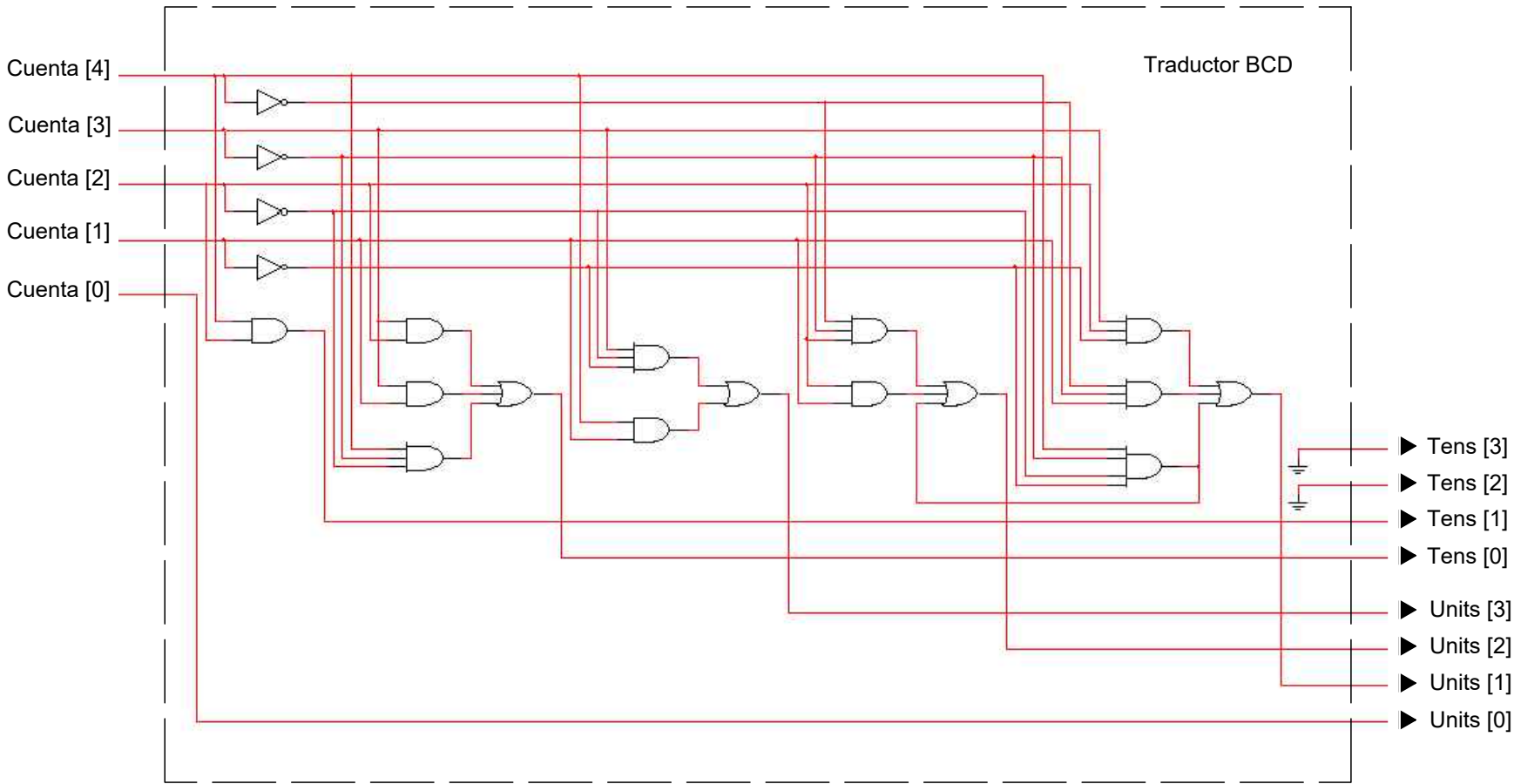
INTEGRANTES:

ADRIÁN DITTEL RETANA
GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO

LÁMINA

5

6



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

PROYECTO: CONTADOR DE PULSOS

TRADUCTOR BCD:
DIAGRAMA DE TERCER NIVEL

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

CURSO: MT4001 - ELECTRÓNICA DIGITAL

TAREA DE DISEÑO 3

PROFESORA: ANA MARÍA MURILLO MORGAN

INTEGRANTES:

ADRIÁN DITTEL RETANA
GABRIEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ FABIO NAVARRO NARANJO

LÁMINA

6

6