

Electrónica II

Apuntes de clase

Javier Rodrigo López¹

29 de enero de 2021



¹E-mail: javiolonchelo@gmail.com



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Introducción

Esta pequeña recopilación de fórmulas, teoremas y demás apuntes de teoría ha sido elaborada durante el primer semestre del curso 2019-2020, en la escuela **ETSIST** de la **UPM** por Javier Rodrigo López, alumno de 2º curso de Ingeniería de Sonido e Imagen.

Muchas gracias al profesor **José Antonio Herrera Camacho** por hacer una labor excelente como docente y despertar en mí el interés por la Electrónica. Gran parte de estos apuntes no habría existido de no haber asistido a sus clases.

Índice general

Introducción	2
1. Bloque Temático 1	5
1.1. Codificación de la información	5
1.2. Codificación de números	5
1.2.1. Código BN (Binario Natural)	5
1.2.2. Código BCD (Binary Coded Decimal)	5
1.3. Aritmética Binaria	5
1.3.1. Suma de números	5
1.3.2. Resta de números	5
1.4. Ejercicios sobre codificación y Aritmética Binaria	6
1.5. Álgebra de Boole	6
1.5.1. Teoremas básicos	6
1.6. Cronogramas	6
1.7. Sistemas combinacionales complejos	6
1.7.1. Divide y vencerás	6
2. Bloque Temático 2	7
2.1. Arquitecturas digitales I	7
2.1.1. Sistemas basados en microprocesador	7
2.1.2. Sistemas cableados	7
2.2. Conceptos básicos	7
2.2.1. Nivel logico	7
2.2.2. Células lógicas	7
2.2.3. Modelo lógico de las células	7
2.3. Tecnologías	7
2.3.1. Circuitos cableados	7
2.4. Arquitecturas digitales II	8
2.4.1. Estructura de un sistema digital	8
2.5. Tecnología II	8
2.5.1. Introducción al modelado de CIs	8
3. Bloque Temático 3	9
3.1. Introducción a los circuitos secuenciales	9
3.2. Cronogramas funcionales de circuitos de flip-flops	9
3.3. Registros	9
3.4. Diseño de autómatas	9
3.5. Contadores	9
3.6. Metodología completa de diseño de sistemas	9

Javier Rodrigo López

Capítulo 1

Bloque Temático 1

1.1 Codificación de la información

Para convertir una señal analógica en digital, tenemos que aplicarle una transformación denominada **codificación**.

La codificación

1.2 Codificación de números

1.2.1. Código BN (Binario Natural)

La fórmula es

$$n \geq \log_2 m$$

Siendo n el número de bits y m el número de objetos. Aunque la mayoría de las veces

El rango de números naturales que se pueden codificar con n bits es:

$$(0, 2^n - 1)$$

Existen distintas opciones de asignación de códigos.

- A cada elemento del conjunto debe corresponderle un único código de 0s y 1s.
- Se debe utilizar el **menor número de bits** posible.
- La asignación debe favorecer las operaciones de codificar y decodificar.

1.2.2. Código BCD (Binary Coded Decimal)

Representa cada una de las cifras decimales de un número expresado en decimal con 4 bits.

Un número decimal de n cifras necesita $4n$ bits para expresarlo en BCD.

El BCD se utiliza mucho para interfaces con personas, ya que cada *nibble* representa

1.3 Aritmética Binaria

1.3.1. Suma de números

De toda la vida. Aquí van algunos ejemplos...

Puede sobrepasar el número de bits con el que se trabaja y se produce un **acarreo** o **carry**.

1.3.2. Resta de números

De toda la vida. Aquí van algunos ejemplos...

Puede producirse un error por no utilizar suficientes bits y que el resultado no sea fiel a la operación. A esto se le denomina **overflow**.

1.4 Ejercicios sobre codificación y Aritmética Binaria

1.5 Álgebra de Boole

1.5.1. Teoremas básicos

- Teorema de idempotencia:

$$a + a = a$$

$$a \cdot a = a$$

- Teorema de absorción:

$$a + ab = a$$

$$a \cdot (a + b) = a$$

- Teorema de adyacencia:

$$ab + a\bar{b} = a$$

$$(a + b)(a + \bar{b}) = a$$

- Teorema de simplificación:

$$a + \bar{a}b = a + b$$

$$a(\bar{a} + b) = ab$$

- Teorema de De Morgan:

$$\overline{a_0 \cdot a_1 \cdot \dots \cdot a_n} = \bar{a}_0 + \bar{a}_1 + \dots + \bar{a}_n$$

$$\overline{a_0 + a_1 + \dots + a_n} = \bar{a}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot \dots \cdot \bar{a}_n$$

1.6 Cronogramas

Un cronograma es un diagrama donde se representan las entradas, nodos intermedios y salidas en función del tiempo.

Para esta parte del temario, y a falta de laboratorio en esta asignatura, intentaremos utilizar la aplicación Quartus. Esta herramienta CAD nos permitirá trabajar con puertas lógicas.

1.7 Sistemas combinacionales complejos

La complejidad de un circuito combinacional depende sobre todo del **número de entradas**, ya que con N entradas la tabla de verdad tendrá 2^N filas.

Hemos encontrado casos en los que los circuitos tenían muy poquitos unos o muy poquitos ceros en su tabla de verdad, o que se podían escribir de forma resumida.

1.7.1. Divide y vencerás

La estrategia principal consiste en dividir el circuito en otros más pequeños que, al agruparlos, sean fácilmente descriptibles.

Por ejemplo, un sumador de N bits. Podemos hacer un sumador de 1 bit y con

Capítulo 2

Bloque Temático 2

2.1 Arquitecturas digitales I

2.1.1. Sistemas basados en microprocesador

2.1.2. Sistemas cableados

Pros:

- Velocidad y eficiencia.

Contras:

- Complejidad del hardware.
- Versatilidad.

2.2 Conceptos básicos

2.2.1. Nivel logico

La representación de ceros y unos se define por intervalos de tensiones.

Es decir, si el nivel alto se corresponde con una tensión V_{CC}

2.2.2. Células lógicas

Son circuitos electrónicos que realizan operaciones lógicas.

Nodos lógicos

Un nodo lógico es una interconexión entre células lógicas.

2.2.3. Modelo lógico de las células

Células estándar: Función lógica prefijada en el diseño de la célula. Por ejemplo, una NOR de dos entradas, construida con transistores CMOS.

2.3 Tecnologías

2.3.1. Circuitos cableados

SSI. Circuitos de baja escala de integración

Tecnología de los años 60. Métodos manuales de diseño. Aplicación marginal. Lógica auxiliar (Glue logic)

Circuitos de media escala de integración

MSI. Como mucho, 100 transistores.

ASIC. Circuitos de media escala de integración

Tecnología VLSI (Very Large Scale Integration).

Lógica configurable

Tecnología VLSI. Funcionamiento lógico configurable mediante la descarga de un fichero.

2.4 Arquitecturas digitales II

2.4.1. Estructura de un sistema digital

PCB (Printed Circuit Board). Es básicamente la placa donde se colocan los componentes

Alimentación Interfaces Disipadores

2.5 Tecnología II

2.5.1. Introducción al modelado de CIs

Necesitamos modelos simplificados para abordar el diseño de sistemas muy complejos. Hay tres modelos:

1. Lógico. Función lógica e interfaz.
2. Eléctrico. Características eléctricas de la interfaz.
3. Dinámico.

Modelo lógico

Describe el funcionamiento y la interfaz del chip.

Modelo eléctrico

Es muy importante para conectarlo

Capítulo 3

Bloque Temático 3

3.1 Introducción a los circuitos secuenciales

3.2 Cronogramas funcionales de circuitos de flip-flops

3.3 Registros

3.4 Diseño de autómatas

Un **autómata de Moore** es un autómata en el que la salida depende únicamente del estado actual de la memoria.

Diagrama de estados para autómatas de Moore:

Un **autómata de Mealy** es un autómata en el que la salida depende del estado actual de la memoria y de las entradas.

Diagrama de estados para autómatas de Mealy:

3.5 Contadores

3.6 Metodología completa de diseño de sistemas
