

The background of the entire image is a photograph of a large satellite dish antenna against a dark, star-filled night sky. The dish is angled upwards towards the center of the frame. The sky transitions from deep blue at the top to a vibrant orange and yellow at the horizon.

Telecomunicaciones en tu idioma

Notas de un estudiante

Jose Antonio Hanco M.

Copyright © 2021 Jose Hancco

LIBRO LIBRE DE USOS

[HTTPS://GITHUB.COM/YASPERTERIAN](https://github.com/YASPERTERIAN)

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

Primera version, septiembre 2021

Índice general

I	Smart cities	
1	Unidad 1	9
1.1	ESP8266	9
1.2	Citation	12
1.3	Lists	12
1.3.1	Numbered List	12
1.3.2	Bullet Points	12
1.3.3	Descriptions and Definitions	12
2	Unidad 2	13
2.1	Theorems	13
2.1.1	Several equations	13
2.1.2	Single Line	13
2.2	Definitions	13
2.3	Notations	14
2.4	Remarks	14
2.5	Corollaries	14
2.6	Propositions	14
2.6.1	Several equations	14
2.6.2	Single Line	14
2.7	Examples	14
2.7.1	Equation and Text	15
2.7.2	Paragraph of Text	15

2.8	Exercises	15
2.9	Problems	15
2.10	Vocabulary	15

II Perspectiva y enfoque de la investigación científica

3	Unidad 1	19
3.1	¿Qué es investigación?	19
3.2	Table	19
3.3	Figure	19

III Telecomunicaciones 2

4	Unidad I	23
----------	-----------------	-----------

IV Campos electromagnéticos

5	Unidad I	27
5.0.1	Repaso análisis vectorial	27

V Sistemas de telefonía

6	Unidad I	31
6.1	Evolución de la telefonía	31
6.2	Comutadores	32
6.3	Repaso: Señales analógicas y digitales	32
6.3.1	Ventajas y desventajas de las señales analógicas	32
6.3.2	Ventajas y desventajas de las señales digitales	33
6.4	Multiplexación	33
6.4.1	¿Para que sirve?	33
6.4.2	Multiplexación por división de tiempo o TDM (<i>time-division multiplexing</i>)	34
6.4.3	Multiplexación por división de frecuencia o FDM (<i>frequency-division multiplexing</i>)	34
6.4.4	Multiplexación por división de longitud de onda o WDM (<i>wavelength-division multiplexing</i>)	35
6.4.5	Multiplexación por Estadística por División de Tiempo o STDM (<i>Statistical time-division multiplexing</i>)	36
6.5	Técnicas de comutación	36
6.5.1	Comutación por circuitos	36
6.5.2	Comutador por paquetes	37
6.6	Red de telefonía pública	38
6.6.1	Red de telefonía pública conmutada-PSTN	38
6.6.2	Características	38

6.6.3 Componentes	39
-------------------------	----

VI

Instrumentación 1

7 Unidad I	45
-------------------------	-----------

VII

Extras

Bibliography	49
---------------------------	-----------

Articles	49
-----------------	-----------

Books	49
--------------	-----------

Index	51
--------------------	-----------



Smart cities

1	Unidad 1	9
1.1	ESP8266		
1.2	Citation		
1.3	Lists		
2	Unidad 2	13
2.1	Theorems		
2.2	Definitions		
2.3	Notations		
2.4	Remarks		
2.5	Corollaries		
2.6	Propositions		
2.7	Examples		
2.8	Exercises		
2.9	Problems		
2.10	Vocabulary		

1. Unidad I

1.1 ESP8266

NodeMCU ESP8266 es una plataforma de desarrollo similar a **Arduino** especialmente orientada al Internet de las cosas (IoT). La placa NodeMcu v2 ESP8266 tiene como núcleo al **SoM ESP-12E** que a su vez está basado en el **SoC Wi-Fi ESP8266**, integra además el conversor USB-Serial TTL CP2102 y conector micro-USB necesario para la programación y comunicación a PC. NodeMcu v2 ESP8266 está diseñado especialmente para trabajar montado en protoboard o soldado sobre una placa. Posee un regulador de voltaje de 3.3V en placa, esto permite alimentar la placa directamente del puerto micro-USB o por los pines 5V y GND. Los pines de entradas/salidas (GPIO) trabajan a 3.3V por lo que para conexión a sistemas de 5V es necesario utilizar conversores de nivel como: Conversor de nivel 3.3-5V 4CH o Conversor de nivel bidireccional 8CH - TXS0108E.



Figura 1.1: Microcontrolador ESP8266 NodeMCU

Instalación Windows: Materiales

1. **Software IDE arduino:** Disponible desde <https://www.arduino.cc/en/software>
2. **Cable micro usb:** Que sea capaz de transmitir datos, no solo energía.
3. **Driver del ESP8266:** No siempre es necesario. Si windows no lo reconoce por si solo, es necesario que instales el driver correspondiente antes de todo.¹

¹Puedes probar el driver <https://parzibyte.me/blog/2020/02/09/instalar-driver-esp8266-windows/>

Instalación

1. Descargar e instalar el IDE de arduino, la primera vez que lo abras te preguntará sobre el *Firewall de windows*, permite el acceso².
2. Una vez instalado, conectar tu ESP8266 por cable usb, windows lo debe reconocer así que espera a que se instale el driver automáticamente.
3. Nos dirigimos a *Archivo>Preferencias>Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas* y pegamos esta dirección: https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json³. Le damos en OK.
4. Vamos a *Herramientas>Placa:"Arduino/Genuino UNO">Gestor de Tarjetas*⁴
5. Introducimos en el buscador **ESP8266**, donde nos salga el resultado de la búsqueda clickamos en instalar. Esperemos que termine de instalar.
6. Vamos a *Herramientas>Placas>Gestor de tarjetas>ESP8266 Boards(3.0.2)>NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)*
7. Vamos a *Herramientas>Upload Speed*, y (recomendablemente) seleccionamos **115200** (*También asegurarte que cuando utilices Serial.begin(115200); y el Monitor serie tengan el mismo número de baudios*).
8. *Herramientas>Puerto* y seleccionamos el puerto que aparece de la forma **COMxx**, donde xx son números. Al abrir el IDE de Arduino siempre fijate que este seleccionada la COM correcta.

Equivalente al Hola Mundo pero en Placas

Como en la programación de computadoras es un clásico que nuestro primer programa sea el famoso "Hola mundo", dentro del mundo de programación de placas existe su equivalente: Hacer parpadear un LED.

1. Nos dirigimos a *Archivo>Ejemplos>01.Basics>Blink*.
2. Se abrirá una ventana nueva. Luego buscamos dentro del código *void setup()* y justo por encima de ella escribimos: **# define LED_BUILTIN 2**. El número dos significa el puerto del LED, puede ser 1 en algunos casos.
3. Le damos click en la flecha que apunta a la derecha en la parte superior(subir) y esperamos que compile.
4. Esperamos que termine de descargar y compilar, en consecuencia, tenemos que ver nuestro LED parpadear con una frecuencia de 1 segundo.

```

1 // the setup function runs once when you press reset or power the board
2 #define LED_BUILTIN 2
3 void setup() {
4     // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
5     pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
6 }
7
8 // the loop function runs over and over again forever
9 void loop() {
10    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
11    delay(1000);                  // wait for a second
12    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
13    delay(1000);                  // wait for a second
14 }
```

²Si deseas cambiar el lenguaje a español ve a: *File>Preferences>Editor Language>Español(Spanish)*. Presionamos OK y reiniciamos el Arduino IDE

³Repositorio oficial: <https://github.com/esp8266/arduino>

⁴Puede tener el nombre de: Placa"Nombre genérico"

Código 1.1: Blink Program

Conecitar a una red Wi-Fi

Una de las funciones más elementales e importantes del ESP8266 es la posibilidad de conectarse a internet para realizar proyectos de IoT(*Internet of things*). Así que, como primer paso vamos a conectarnos a nuestra red WiFi:

```

1 #include <ESP8266WiFi.h>
2
3 String ssid      = "FIWI";
4 String password = "21040411";
5
6 byte cont = 0;
7 byte max_intentos = 50;
8
9 void setup() {
10     // Inicia Serial
11     Serial.begin(115200);
12     Serial.println("\n");
13     // Conexion WIFI
14     WiFi.begin(ssid, password);
15     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED and cont < max_intentos) {
16         //Cuenta hasta 50 si no se puede conectar lo cancela
17         cont++;
18         delay(500);
19         Serial.print(".");
20     }
21     Serial.println("");
22
23     if (cont < max_intentos) { //Si se conecto
24         Serial.println("*****");
25         Serial.print("Conectado a la red WiFi: ");
26         Serial.println(WiFi.SSID());
27         Serial.print("IP: ");
28         Serial.println(WiFi.localIP());
29         Serial.print("macAddress: ");
30         Serial.println(WiFi.macAddress());
31         Serial.println("*****");
32     }
33     else { //No se conecto
34         Serial.println("-----");
35         Serial.println("Error de conexión");
36         Serial.println("-----");
37     }
38 }
39
40 void loop() {
41 }
```

Código 1.2: Conectarse a una red WiFi

Debemos cambiar algunas cosas en nuestro programa:

ssidLínea 3 Colocamos el nombre de nuestra red wifi, en el ejemplo la red se llama *FIWI*, así que le cambias al nombre de tu red.

passwordLínea 4 Aquí colocaremos la contraseña de nuestra red, en el ejemplo es *21040411*, colucas la tuya.

Las lineas de **byte**(Lineas 6-7) son dos variables que van contar el número de intentos en los que va tratar de conectarse a la red, esta inicializada en 0 y el límite es 50 intentos. Ademas el programa tiene algunos mensajes para mostrarse en el display, como no poseemos ni un display por el momento usaremos una función del mismo IDE de arduino llamado **Monitor serie**. Tenemos que tener el *monitor serie*⁵ abierto antes de correr el programa, puesto que el código nos mostrará información acerca del estado de la placa.

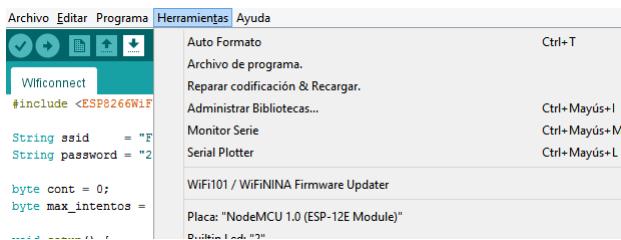


Figura 1.2: Ubicación del Monitor serie

1.2 Citation

This statement requires citation [1]; this one is more specific [2, página 162].

1.3 Lists

Lists are useful to present information in a concise and/or ordered way.

1.3.1 Numbered List

1. The first item
2. The second item
3. The third item

1.3.2 Bullet Points

- The first item
- The second item
- The third item

1.3.3 Descriptions and Definitions

Name Description

Word Definition

Comment Elaboration

⁵En el monitor serie asegurate de tener seleccionada: sin ajuste de linea y tener seleccionada 9600 baudios



2. Unidad 2

2.1 Theorems

This is an example of theorems.

2.1.1 Several equations

This is a theorem consisting of several equations.

Theorem 2.1.1 — Name of the theorem. In $E = \mathbb{R}^n$ all norms are equivalent. It has the properties:

$$\| |\mathbf{x}| - |\mathbf{y}| \| \leq \| \mathbf{x} - \mathbf{y} \| \quad (2.1)$$

$$\| \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \| \leq \sum_{i=1}^n \| \mathbf{x}_i \| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (2.2)$$

2.1.2 Single Line

This is a theorem consisting of just one line.

Theorem 2.1.2 A set $\mathcal{D}(G)$ is dense in $L^2(G)$, $|\cdot|_0$.

2.2 Definitions

This is an example of a definition. A definition could be mathematical or it could define a concept.

Definition 2.2.1 — Definition name. Given a vector space E , a norm on E is an application,

denoted $||\cdot||$, E in $\mathbb{R}^+ = [0, +\infty[$ such that:

$$||\mathbf{x}|| = 0 \Rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (2.3)$$

$$||\lambda \mathbf{x}|| = |\lambda| \cdot ||\mathbf{x}|| \quad (2.4)$$

$$||\mathbf{x} + \mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x}|| + ||\mathbf{y}|| \quad (2.5)$$

2.3 Notations

Notation 2.1. Given an open subset G of \mathbb{R}^n , the set of functions φ are:

1. Bounded support G ;
2. Infinitely differentiable;

a vector space is denoted by $\mathcal{D}(G)$.

2.4 Remarks

This is an example of a remark.



The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

2.5 Corollaries

This is an example of a corollary.

Corollary 2.5.1 — Corollary name. The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

2.6 Propositions

This is an example of propositions.

2.6.1 Several equations

Proposition 2.6.1 — Proposition name. It has the properties:

$$|||\mathbf{x}|| - ||\mathbf{y}||| \leq ||\mathbf{x} - \mathbf{y}|| \quad (2.6)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (2.7)$$

2.6.2 Single Line

Proposition 2.6.2 Let $f, g \in L^2(G)$; if $\forall \varphi \in \mathcal{D}(G)$, $(f, \varphi)_0 = (g, \varphi)_0$ then $f = g$.

2.7 Examples

This is an example of examples.

2.7.1 Equation and Text

■ **Example 2.1** Let $G = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x| < 3\}$ and denoted by: $x^0 = (1, 1)$; consider the function:

$$f(x) = \begin{cases} e^{|x|} & \text{si } |x - x^0| \leq 1/2 \\ 0 & \text{si } |x - x^0| > 1/2 \end{cases} \quad (2.8)$$

The function f has bounded support, we can take $A = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x - x^0| \leq 1/2 + \varepsilon\}$ for all $\varepsilon \in]0; 5/2 - \sqrt{2}[$. ■

2.7.2 Paragraph of Text

■ **Example 2.2 — Example name.** Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris. ■

2.8 Exercises

This is an example of an exercise.

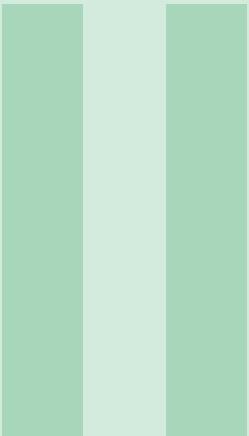
Exercise 2.1 This is a good place to ask a question to test learning progress or further cement ideas into students' minds. ■

2.9 Problems

Problem 2.1 What is the average airspeed velocity of an unladen swallow?

2.10 Vocabulary

Vocabulary 2.1 — Word. Definition of word.



Perspectiva y enfoque de la investigación científica



3. Unidad 1

Curso dedicado a aprender sobre el mundo de la investigación, acerca de sus herramientas, sus ventajas para estudiantes de tercer año.

3.1 ¿Qué es investigación?

La investigación científica es un método de experimentación matemático y experimental que consiste en explorar, observar y responder preguntas que permitirán construir y probar una hipótesis previamente establecida. Lo resaltante de este tipo de producción es que debe ser información nueva o que haya sido poco explorada para poder aportar con información relevante en el campo a profundizar. Es preciso aclarar que las fuentes de donde extraigamos la información provenga de **fuentes confiables**, es otras palabras, debe estar respaldada por una organización científica(universidades y sus repositorios, organizaciones, instituciones, revistas indexadas, etc) inclusive las ciencias exactas como las matemáticas, físicas y química tienen sus organizaciones como la *IOP*.

3.2 Table

Treatments	Response 1	Response 2
Treatment 1	0.0003262	0.562
Treatment 2	0.0015681	0.910
Treatment 3	0.0009271	0.296

Cuadro 3.1: Table caption

Referencing Table 3.1 in-text automatically.

3.3 Figure

Referencing Figure 3.1 in-text automatically.

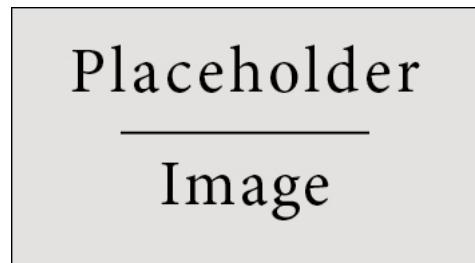
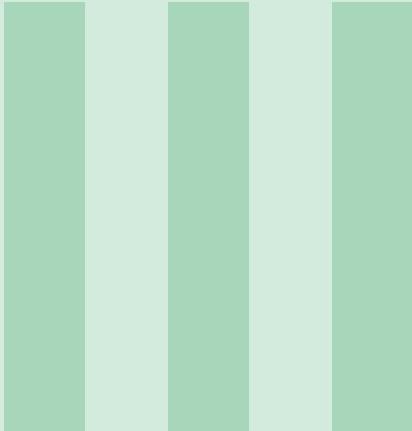


Figura 3.1: Figure caption



Telecomunicaciones 2

4. Unidad I

Campos electromagnéticos

5. Unidad I

5.0.1 Repaso análisis vectorial

Sistema de coordenadas cartesiano(ortogonal)

Definimos un punto arbitrario, (x,y) teniendo las respectivas consideraciones:

- $x & y$ positivas para derecha y arriba respectivamente.
- $x & y$ negativas para la izquierda y abajo respectivamente.

Coordenadas polares

Un punto arbitrario se define mediante las coordenadas polares planas (r,θ) , donde:

- r es la longitud de la línea que une el origen con el punto
- θ es el ángulo entre dicha línea y un eje fijo (normalmente el x)

Es común asumir que θ es medida en sentido contrario a las agujas del reloj y normalmente respecto al eje x positivo.

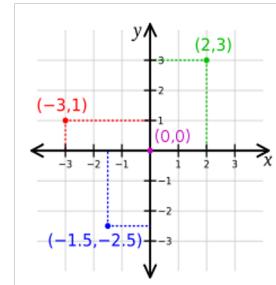


Figura 5.1: Sistema de coordenadas rectangulares

De polares a cartesianas

$$x = r * \cos(\theta)$$

$$y = r * \sin(\theta)$$

De cartesianas a polares

$$\tan(\theta) = \frac{y}{x}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

- **Example 5.1** Expresar el campo vectorial dado en coordenadas cartesianas:

$$A(x, y, z) = \frac{(2x^2 + y^2)(-y\hat{a}_x + x\hat{a}_y)}{(1 + x^2 + y^2)(x^2 + y^2)}$$

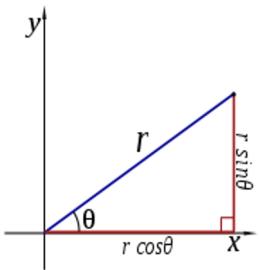
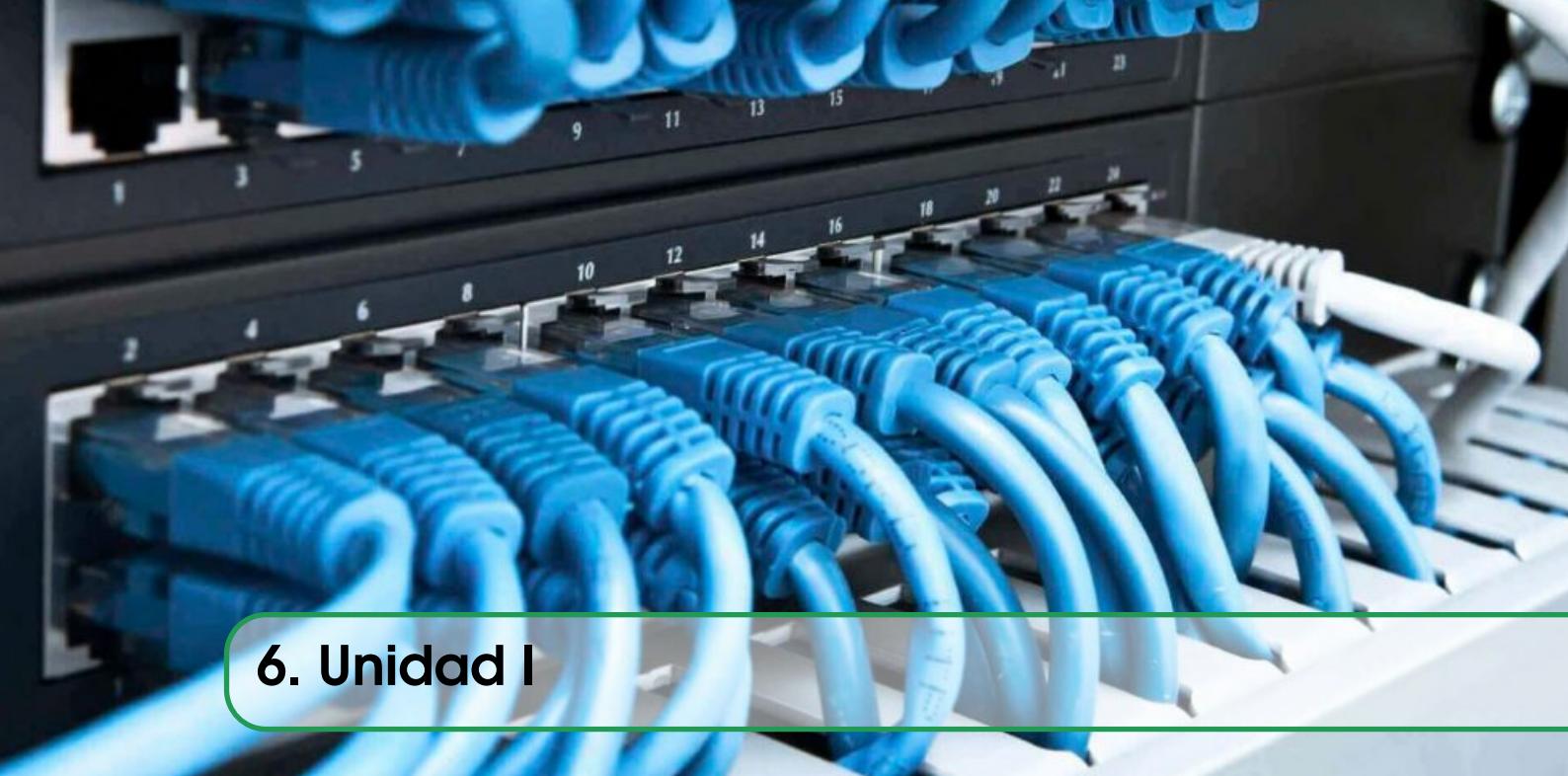


Figura 5.2: Sistema de coordenadas polares



Sistemas de telefonía

6	Unidad I	31
6.1	Evolución de la telefonía		
6.2	Comutadores		
6.3	Repaso: Señales analógicas y digitales		
6.4	Multiplexación		
6.5	Técnicas de conmutación		
6.6	Red de telefonía pública		



6. Unidad I

6.1 Evolución de la telefonía

La era de las telecomunicaciones se inicia en el siglo XIX con la invención del telégrafo en los años 1830's.

El teléfono se patentó en 1876 por Graham Bell, y con ello fue posible transportar la voz humana de un lugar a otro. Inicialmente las comunicaciones eran punto a punto, los dispositivos terminales debían conectarse directamente. Ya se torna complicado cuando aparecen más teléfonos



Figura 6.1: Enlace cableado de dos teléfonos

en la red, por ejemplo con 4 teléfonos el cableado se elevaba considerablemente:

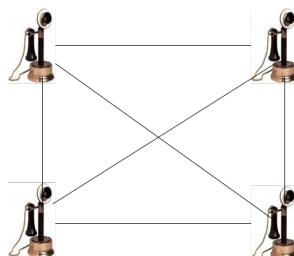


Figura 6.2: Cableado con 4 teléfonos

La ecuación que describe este comportamiento y la cantidad necesaria de cableado para poder establecer la conexión entre todos los equipos es el siguiente:

Theorem 6.1.1 — Cantidad de enlaces. Sea N el número de dispositivos a conectar, se crearán E enlaces para que todos estén interconectados:

$$E = \frac{N * (N - 1)}{2} \quad (6.1)$$

6.2 Conmutadores

Debido a este problema es que se crean los conmutadores: “Comutación es el proceso de crear enlaces virtuales entre los equipos para permitirles la comunicación”

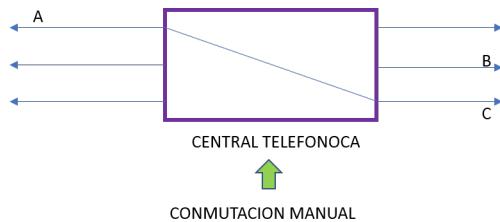


Figura 6.3: Principio básico de los conmutadores

Al principio estos eran manuales, tal cual vemos en las películas: una señorita operadora nos recibe y dándole al lugar donde queremos llamar nos conecta; sin embargo ahora se ha automatizado permitiendo menos personal, eficiencia y rapidez.//Cuando juntamos ambos temas vistos se produce un sistema de telefonía como se ve en la imagen, cada enlace entre cada elemento recibe un nombre en específico.

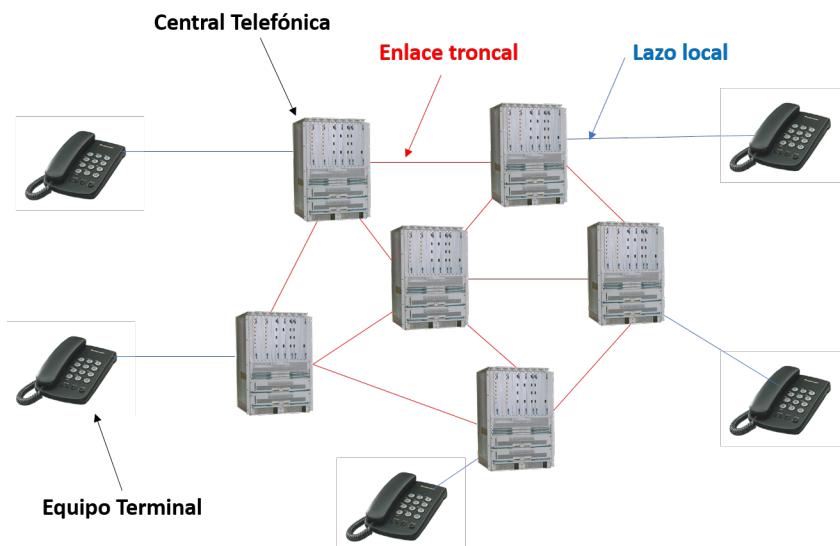


Figura 6.4: Principio básico de los conmutadores

6.3 Repaso: Señales analógicas y digitales

6.3.1 Ventajas y desventajas de las señales analógicas

- El procesamiento de las señales analógicas es relativamente más simple que las señales digitales, los circuitos electrónicos involucrados en la interpretación de la señal son más

Señal analógica	Señal digital
Varían su amplitud continuamente	Su amplitud es constante en un lapso de tiempo.
Varían continuamente, todo el tiempo cambian	Cambian después de un período de tiempo.
Pueden representar infinitos valores	Representan valores discretos (finitos).
Son muy afectadas por el ruido (ruido es todo aquello que perturba a la señal)	Tienen mayor tolerancia al ruido.
No se pueden regenerar	Es posible regenerarlas (por lo tanto se pueden transmitir más lejos).

Cuadro 6.1: CUADRO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES ENTRE LAS SEÑALES ANALÓGICAS Y SEÑALES DIGITALES

simples y por lo tanto de menor coste.

- La transmisión de la señal es ligeramente más simple, aunque la eficacia dependerá del alcance de la señal en el medio.
- La principal desventaja es la eficacia y las posibles interferencias que se puedan generar en la emisión y recepción de la señal.

6.3.2 Ventajas y desventajas de las señales digitales

- Ante la atenuación, la señal digital puede ser amplificada y al mismo tiempo reconstruida gracias a los sistemas de regeneración de señales.
- La señal digital permite la multigeneración infinita sin pérdidas de calidad.
- Como principal desventaja se puede comentar que el procesamiento es más complejo, aunque a medida que la tecnología avanza este diferencial se reduce cada vez más.
- La señal digital requiere mayor ancho de banda para ser transmitida que la analógica.
- Se necesita una conversión analógica-digital previa y una decodificación posterior, en el momento de la recepción.
- La transmisión de señales digitales requiere una sincronización precisa entre los tiempos del reloj de transmisor, con respecto a los del receptor. Un desfase cambia la señal recibida con respecto a la que fue transmitida.

6.4 Multiplexación

La multiplexación es el proceso de transmisión simultánea de dos o más señales individuales a través de un único canal de comunicación, ya sea por cable o inalámbrico.

Es una técnica que permite la transmisión de señales de información y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes.

6.4.1 ¿Para qué sirve?

Aumenta el número de canales de comunicación para poder transmitir más información. En las telecomunicaciones se usa la multiplexación para dividir las señales en el medio por el que vayan a viajar dentro del espectro electromagnético. Por ejemplo para poder enviar varios canales de voz por un mismo medio podemos utilizar multiplexación en el tiempo o en la frecuencia. En otras palabras: es compartir la capacidad de transmisión de datos sobre un mismo enlace para aumentar la eficiencia, además sirve para minimizar la cantidad de líneas físicas requeridas y maximizar el uso del ancho de banda de los medios.

El mayor uso de la multiplexación se da en el sistema telefónico, donde millones de llamadas se multiplexan en cables, líneas de fibra óptica de larga distancia, satélites y canales inalámbricos.

La multiplexación aumenta la capacidad del operador telefónico para gestionar más llamadas, minimizando los costos del sistema y el uso del espectro.



Figura 6.5: Multiplexación: esquema

Multiplexor

Combina los datos de las líneas de entrada.

Los transmite a través de un enlace de mayor capacidad.

Demultiplexor

Acepta la cadena multiplexada.

Separa los datos de acuerdo al canal del que provienen y

Cuadro 6.2: Función de cada parte de la multiplexación

6.4.2 Multiplexación por división de tiempo o TDM (*time-division multiplexing*)

Consiste en asignar a cada usuario, durante unas determinadas ranuras o fracciones de tiempo", la totalidad del ancho de banda disponible.

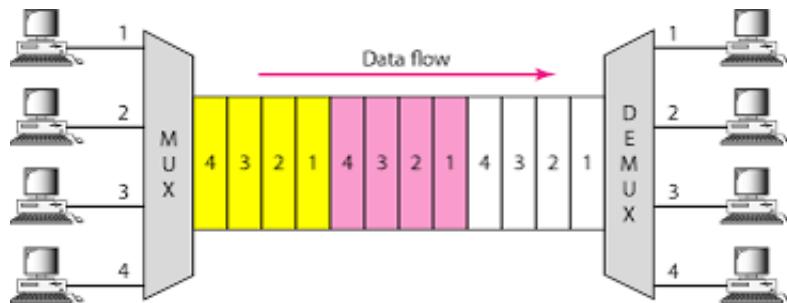


Figura 6.6: TDM exemplificación

6.4.3 Multiplexación por división de frecuencia o FDM (*frequency-division multiplexing*)

Esta técnica que consiste en dividir mediante filtros el espectro de frecuencias del canal de transmisión y desplazar la señal a transmitir dentro del margen del espectro correspondiente mediante modulaciones, de tal forma que cada usuario tiene posesión exclusiva de su banda de frecuencias. Algunas características del FDM:

- El ancho de banda del medio debe ser mayor que le ancho de banda de la señal transmitida. Capacidad de transmisión de varias señales a la vez.
- La señal lógica trasmisita a través del medio es analógica. La señal recibida puede ser analógica o digital.
- Para la comunicación análoga el ruido tiene menos efecto.

Ventajas

El uso de la capacidad es alto. Combina los datos de las líneas de entrada. Cada uno para ampliar el número de usuarios en un sistema en un coste bajo.

Desventajas

La sensibilidad frente a otro problema. El coste inicial es alto y la complejidad es alta.

Cuadro 6.3: TDM: Ventajas y desventajas

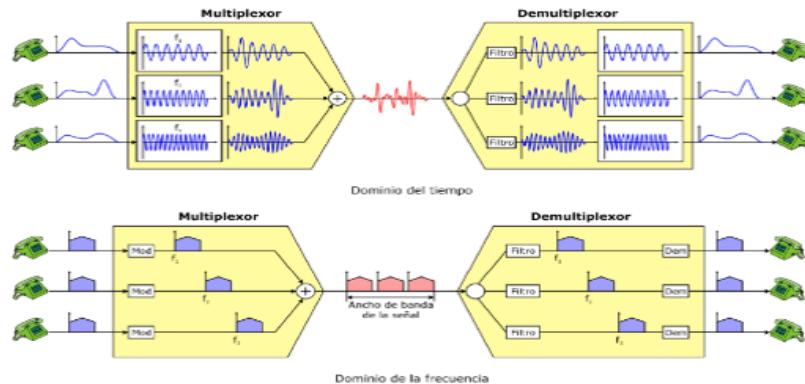


Figura 6.7: FDM ejemplificación

Ventajas

El usuario puede ser añadido al sistema, simplemente añadiendo otro par de modulador de transmisor y receptor. El sistema de FDM apoya el flujo de dúplex total de información que es requerido por la mayor parte de la aplicación.

Cuadro 6.4: TDM: Ventajas y desventajas

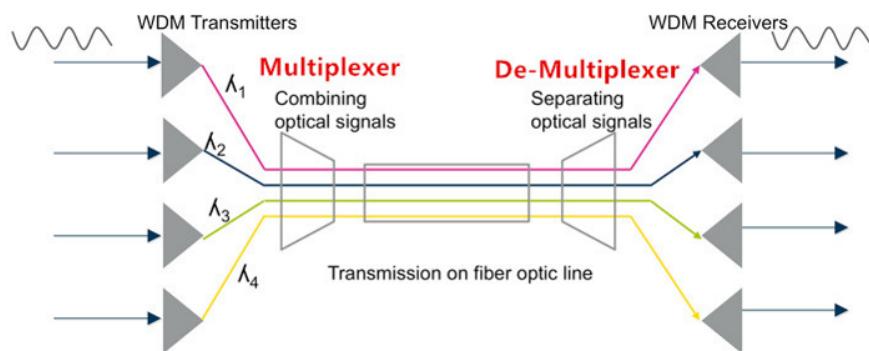


Figura 6.8: WDM ejemplificación

6.4.4 Multiplexación por división de longitud de onda o WDM (*wavelength-division multiplexing*)

Se quieren combinar múltiples haces de luz dentro de una única luz en el multiplexor. Hacer la operación inversa en el demultiplexor. Combinar y dividir haces de luz se resuelve fácilmente mediante un prisma. Un prisma curva un rayo de luz basándose en el ángulo de incidencia y la frecuencia.

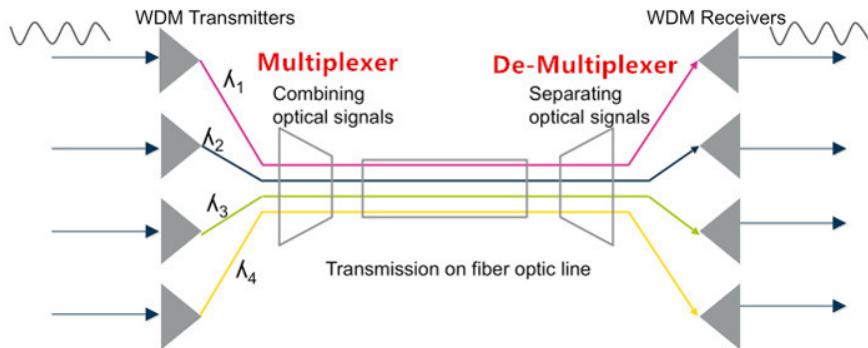


Figura 6.9: STDM exemplificación

6.4.5 Multiplexación por Estadística por División de Tiempo o STDM(*Statistical time-division multiplexing*)

Es un canal de comunicaciones que se divide en un número arbitrario de las secuencias de datos de velocidad de transmisión de bites variables de los canales digitales.

Trabaja con señales digitales transmite los datos de los canales que en cada momento tengan información disponible para transmitir, lo que mejora la eficiencia del canal de transmisión.

6.5 Técnicas de conmutación

6.5.1 Conmutación por circuitos

Esta multiplexación implica un camino dedicado entre el transmisor y el receptor de datos mediante una TDM.

Esta conmutación posee 3 fases:

1. Inicio de conexión
2. Transferencia de datos
3. Liberación de la conexión

Una vez que se establece la llamada a través de los conmutadores se puede llegar a la conclusión que la comunicación es bilateral entre dos teléfonos como lo propuso Graham Bell. El número de B

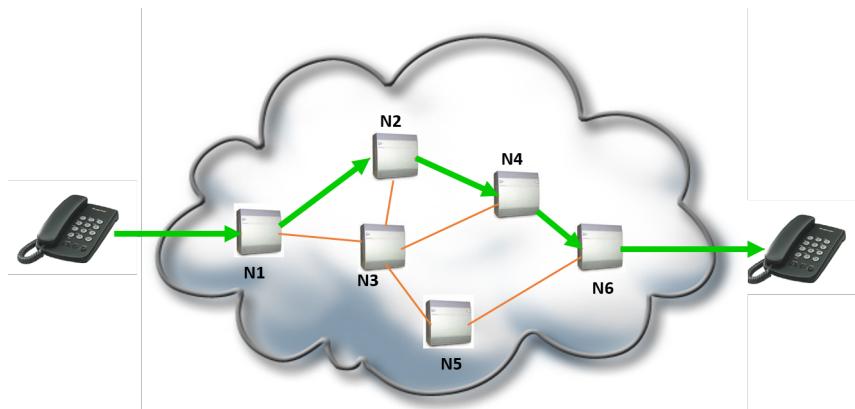


Figura 6.10: Conmutación por circuitos

se transmite una sola vez, al inicio de la conexión, antes de la conversación. La conexión se realiza de extremo a extremo, luego pasa la información de usuario donde el retardo de la información casi 0 seg. El enlace es utilizado solo para paso de la información entre el usuario A y B, por lo tanto

los nodos no requieren memoria para almacenar la información del usuario puesto que una vez que el enlace culmina esta listo para que sea usado por otro par de usuarios para una nueva conexión. Es importante resaltar que los nodos no realizan corrección de error.

6.5.2 Conmutador por paquetes

A diferencia del anterior, esta forma no tiene una conexión directa entre ambos puntos, sino que la información viaja en paquetes, estos paquetes son independientes entre si; es por eso que la información completa sobre las direcciones de origen y destino se envían con el paquete.

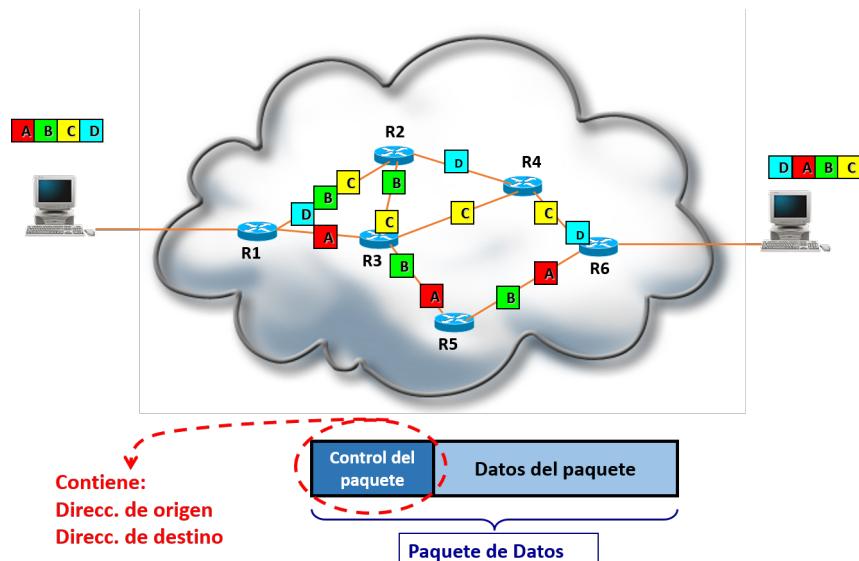


Figura 6.11: Conmutación por paquetes

- El enlace es utilizado para varias comunicaciones.
- El numero del terminal de destino se transmite en cada paquete.
- No necesariamente se realiza la conexión de extremo a extremo para transmitir la información.
- Utiliza protocolos. Ejm: TCP, UDP, IP
- Retardo de la información considerable

Resumen comparativo

Carácteristicas	Circuitos	Paquetes
Tiempo para establecer el trayecto.	Según la señalización utilizada.	No existe fase de establecimiento.
Retardo de transmisión End to End.	Despreciable.	Existe en toda comunicación, pero es menor.
Asignación de circuitos.	Único y exclusivo para cada comunicación.	Compartido por otras comunicaciones.
Identificación del destino.	Sólo en la fase de establecimiento.	Se incluye un identificador en cada paquete.
Necesidad de almacenar en la red.	No es necesario.	Si, en los nodos de la red.
Flexibilidad de la red.	Encaminamiento alternativo.	Gran flexibilidad.

Cuadro 6.5: Cuadro comparativo entre conmutación por circuito y por paquete

6.6 Red de telefonía pública

6.6.1 Red de telefonía publica conmutada-PSTN

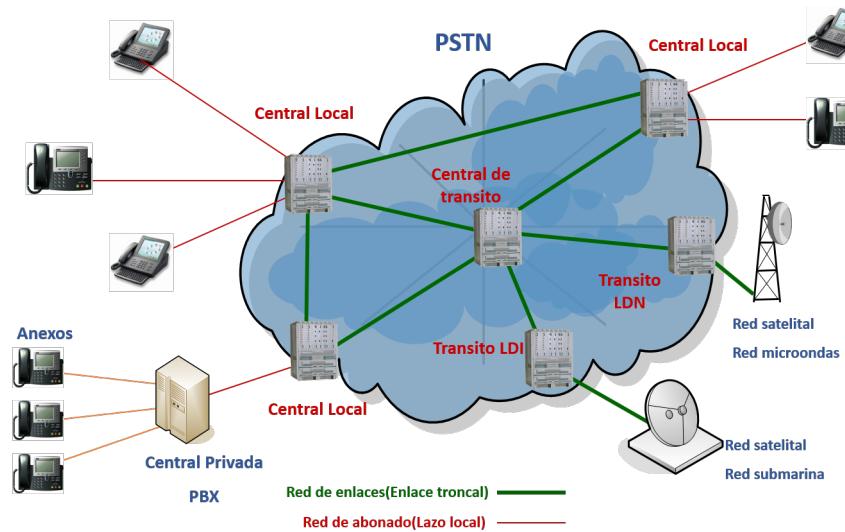


Figura 6.12: Red de telefonía

Compuesta por:

- El equipo terminal: normalmente un teléfono(Analógicos / Digitales).
- La central de conmutación: Que puede ser pública o privada (PBX)(Privada y Públicas)
- El bucle de abonado o usuario.(Lazo abonado)
- Las troncales de comunicación.(Troncales Analógicas y Digitales)

La Red Telefónica Pública Conmutada o **PSTN**, es una red pública basada en conmutación de circuitos tradicional, diseñada principalmente para la transmisión de voz en tiempo real.

En un principio estaba basada únicamente en sistemas analógicos, POST¹.

Actualmente ha evolucionado a sistemas digitales e incluso basados en IP.

La PSTN, está formada por un conjunto de dispositivos de conmutación (centrales telefónicas) y enlaces (troncales / líneas de abonado) que transportan la voz de los abonados distribuidos en un área geográfica, optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real.

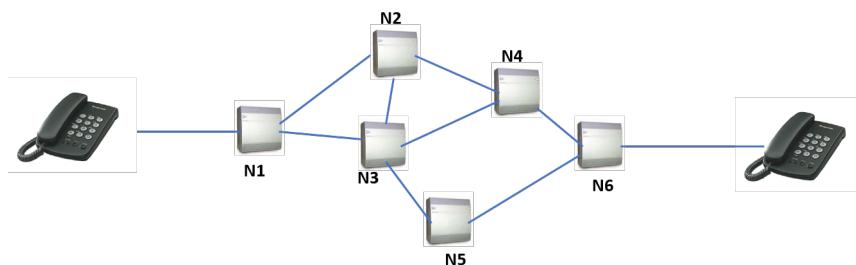


Figura 6.13: Red de telefonía pública conmutada

6.6.2 Características

- El bucle de abonado(usuario) es generalmente analógico.

¹(Plain Old Telephone Service) hace referencia al servicio teléfono tradicional conformado por dispositivos analógicos que utilizan el cableado de cobre.

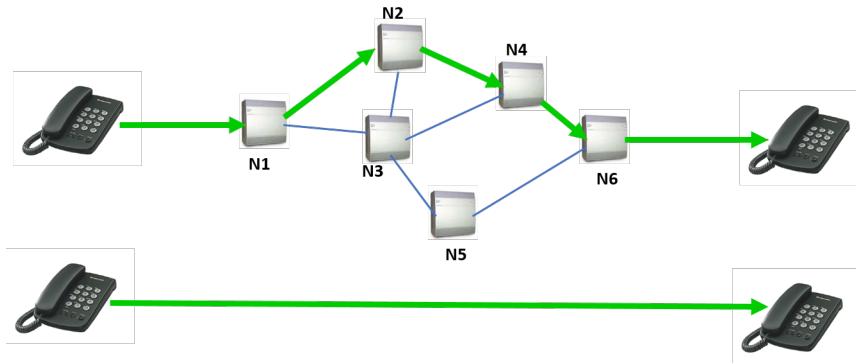


Figura 6.14: Apreciamos que llegamos al mismo punto inicial, enlace bidireccional

- Ofrece a cada usuario un circuito (bucle de abonado) para señales analógicas con una banda base de 4KHz para cada conversación entre dos dispositivos terminales.
- Los enlaces troncales son en la mayoría digitales.
- Ancho de banda en los troncales de 64Kbps.
- Conexión dúplex circuit-switched.
- Movilidad limitada.

6.6.3 Componentes

Equipos Terminales

Son los dispositivo que le permite al usuario establecer una comunicación. Cada terminal es utilizado por los usuarios (abonados) para transmitir voz u otro tipo de datos a otros terminales que están conectados a la red. Ejemplos: teléfono, fax, modem.

Pueden ser analógicos o digitales, se conectan a las centrales telefónicas a través del lazo de abonado.

Los símbolos utilizados para representar diferentes tipos de aparatos y terminales telefónicos son los siguientes:

Elemento	Símbolo
Aparato telefónico en general.	
Aparato telefónico con dispositivo de marcación.	
Aparato telefónico con batería local.	

Figura 6.15: Símbolos representativos

Central telefónica

Es el nodo que establece, mantiene y termina las conexiones (llamadas) entre 2 o más usuarios. También se le conoce como equipo o central de conmutación. Se encarga de la señalización así como de facilitar la información sobre su progreso.



Figura 6.16: Diagrama del accionamiento de una central telefónica

Elemento	Símbolo
Dispositivo de conmutación (Forma 1).	(Un cuadro con una 'X' horizontal)
Dispositivo de conmutación con líneas de entrada y de salida.	(Un cuadro con una 'X' horizontal y un terminal de conexión en cada lado)
Dispositivo de conmutación (Forma 2).	(Un cuadro con una barra vertical en el centro)

Figura 6.17: Simbología de una central telefónica (comutador)

Red de enlace

Esta formado por las troncales que enlazan las centrales de conmutación, pueden tener miles de kilómetros y transportan gran cantidad de llamadas multiplexadas.

Troncales

Interconectan centrales de conmutación telefónica, y llevan las señales de voz permitiendo la comunicación de los usuarios.

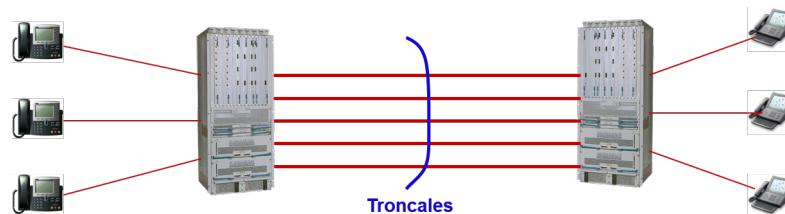


Figura 6.18: Diagrama iconográfico de las troncales

Lazo de abonado o local

El lazo de abonado interconecta a la central telefónica con el terminal del usuario. Presenta las siguientes características:

- Red analógica
- 6 a 7 Km de distancia (usuario a la central)
- Gran cantidad de cableado
- Red que transporta poco tráfico
- 2 hilos

El lazo de abonado transporta la voz telefónica dentro del rango de frecuencias de 300 a 3400 Hz.

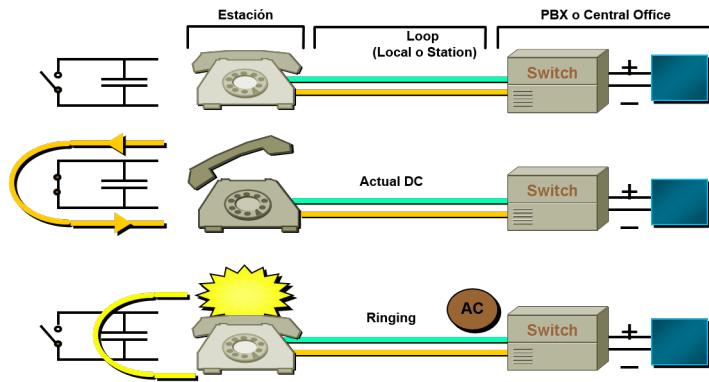


Figura 6.19: Lazo de abonado o bucle de abonado, va desde la central de conmutación hasta el abonado.

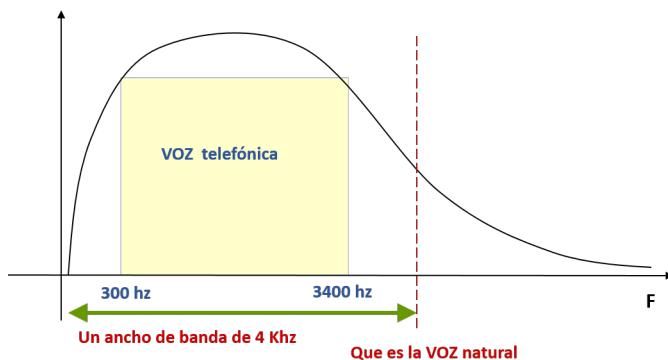


Figura 6.20: Rango de frecuencias

SLIC y BORSCHT

Cada teléfono conectado a la central telefónica está provisto de un grupo de circuitos básicos que alimentan al teléfono y proporcionan todas las funciones básicas: llamada, tono de marcación y supervisión de la marcación. Estos circuitos colectivamente se llaman interfase del suscriptor o circuitos de interfase de línea del suscriptor (SLIC, subscriber line interface circuits).

La SLIC proporciona siete funciones básicas llamadas BORSCHT (acrónimo de las funciones batería, protección de sobrevoltaje, llamada, supervisión, codificación, bobina híbrida y prueba). Las funciones del BORSCHT son:

- **Battery** – hace referencia al voltaje de alimentación de -48V DC entre los dos conductores que llegan al terminal, para transmitir la voz y generar la corriente de señalización.
- **Ovvoltage Protection** – la planta externa aérea se expone a sobrecorrientes por lo que esta función hace referencia a la protección
- **Ringing** – generación de la corriente de timbrado.
- **Signaling** – también conocido como supervisión, esta función hace referencia a la detección de la corriente de colgado y descolgado
- **Coding** – hace referencia a la codificación y decodificación. Incluye funciones de conversión A/D y D/A.
- **Hybrid** – circuito híbrido que convierte el ingreso de 2 hilos a 4 hilos.
- **Test** – debe ser posible conectar el lazo local y el terminal al equipo de prueba en la oficina central.

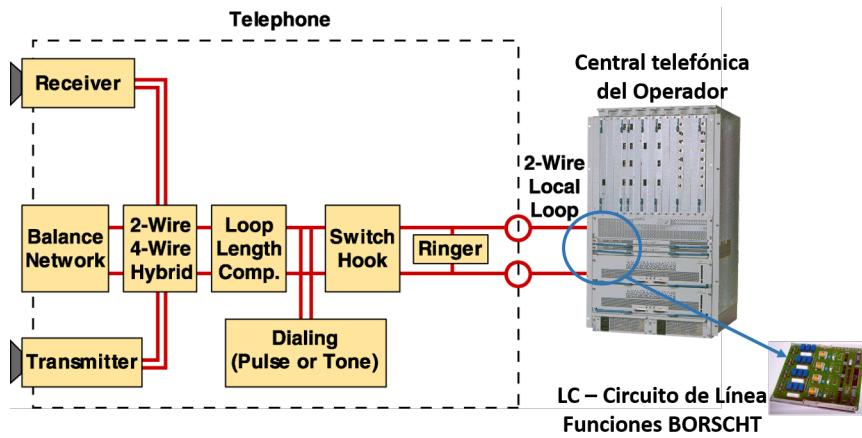


Figura 6.21: Diagrama de bloques de un teléfono analógico

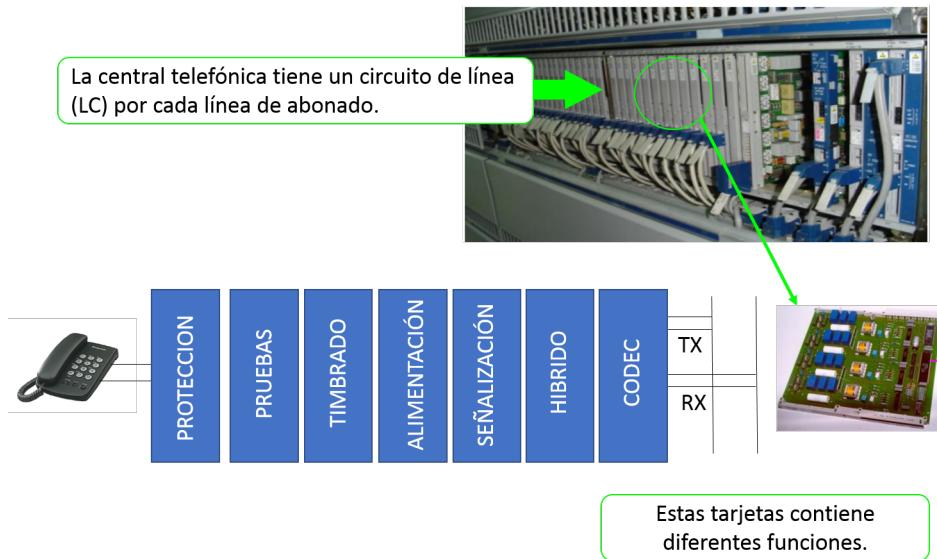


Figura 6.22: Diagrama de bloques de un teléfono analógico

VI

Instrumentación 1

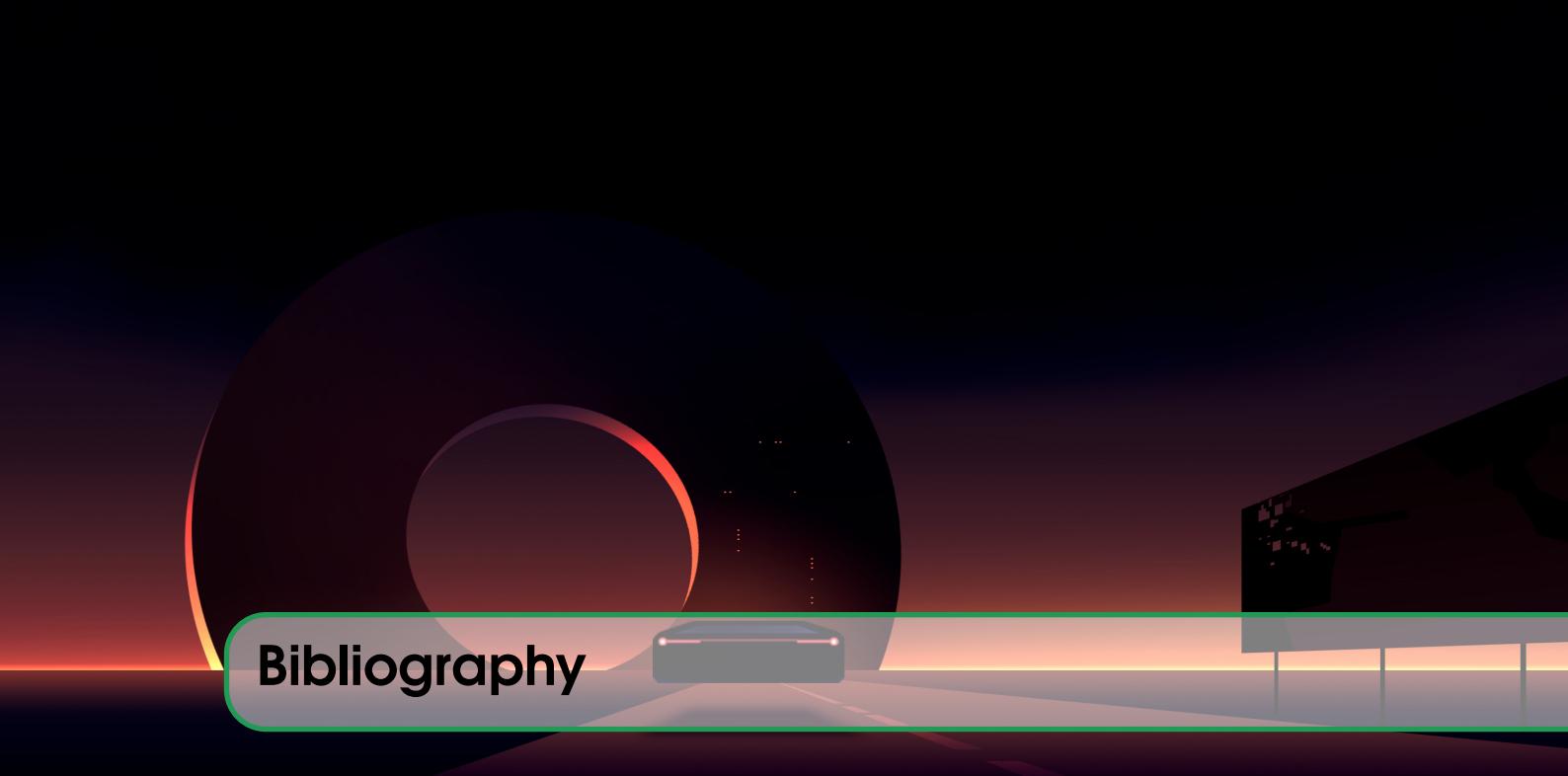


A photograph of a complex industrial piping system. The pipes are primarily blue and white, with several large blue valves and fittings. They are mounted on a light-colored metal structure with yellow support beams and brackets. The background shows more of the same piping system extending into the distance.

7. Unidad I

Extras

Bibliography	49
Articles	
Books	
Index	51



Bibliography

Articles

- [1] James Smith. “Article title”. En: 14.6 (mar. de 2013), páginas 1-8 (véase página 12).

Books

- [2] John Smith. *Book title*. 1.^a edición. Volumen 3. 2. City: Publisher, ene. de 2012, páginas 123-200 (véase página 12).



Índice alfabético

C

Citation	8
Corollaries	10

D

Definitions	9
-------------------	---

E

Examples	10
Equation and Text.....	10
Paragraph of Text	11
Exercises	11

F

Figure	15
--------------	----

L

Lists	8
Bullet Points	8
Descriptions and Definitions	8
Numbered List.....	8

N

Notations	10
-----------------	----

P

Paragraphs of Text	7
Problems	11
Propositions	10
Several Equations.....	10
Single Line.....	10

R

Remarks	10
---------------	----

T

Table	15
Theorems	9
Several Equations.....	9
Single Line.....	9

V

Vocabulary	11
------------------	----