

GUÍA MAESTRA DE CITOFONÍA: DE CERO A EXPERTO

Ingeniería, Infraestructura y Soluciones Eléctricas con Sello de Calidad

Desarrollado por:
E.S. Eléctricos Suárez SAS (NIT
901583717-1)

Cúcuta, Norte de Santander, Colombia

PRÓLOGO INSTITUCIONAL

En el dinámico entorno de la infraestructura y los servicios eléctricos en Colombia, la evolución tecnológica exige profesionales que no solo dominen la técnica, sino que entiendan la seguridad y la normatividad como pilares innegociables. **E.S. Eléctricos Suárez SAS** (NIT 901583717-1), con sede central en la ciudad de Cúcuta, ha consolidado su trayectoria bajo una premisa clara: transformar la ingeniería eléctrica en soluciones confiables, eficientes y rigurosamente alineadas con los más altos estándares nacionales.

Nuestra visión va más allá del despliegue técnico en obra; creemos firmemente en la transferencia de conocimiento y en la formación de capacidades que dignifiquen el rol del instalador. Por ello, este texto nace del deseo de compartir la experiencia acumulada en campo y en las aulas de formación técnica, proporcionando a los técnicos, estudiantes y contratistas una hoja de ruta clara para dominar un segmento crítico en la seguridad edilicia: los sistemas de citofonía y control de acceso.

Entregamos este compendio con la certeza de que la excelencia no es un acto aislado, sino el resultado de la disciplina, el estudio constante y el respeto por las normas que salvan vidas y protegen el patrimonio.

E.S. Eléctricos Suárez SAS *Ingeniería, Infraestructura y Soluciones Eléctricas con Sello de Calidad. Cúcuta, Colombia.*

INTRODUCCIÓN

La citofonía ha dejado de ser un sistema secundario de timbres para convertirse en la primera línea de defensa y gestión de acceso en entornos residenciales, comerciales e industriales. En un mundo donde la seguridad y la automatización avanzan a pasos agigantados, el instalador eléctrico moderno ya no puede limitarse a canalizar conductores; debe comprender la lógica digital, la transmisión de datos y la integración de redes.

Esta guía está diseñada con un enfoque eminentemente práctico y secuencial. Su propósito es llevar al lector desde los fundamentos más básicos de la electricidad aplicada a la baja tensión, pasando por el diseño y conexión de los sistemas análogos tradicionales, hasta alcanzar el dominio de las tecnologías digitales bus de dos hilos y los avanzados sistemas de comunicación por protocolo IP.

A lo largo de estas páginas, el lector no solo encontrará diagramas y metodologías de diagnóstico desarrolladas por expertos, sino también un énfasis profundo en el cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050). Al finalizar este texto, el instalador no solo sabrá cómo conectar un equipo, sino que poseerá el criterio técnico y analítico para diagnosticar fallas complejas y certificar proyectos de alta ingeniería.

GLOSARIO DE TÉRMINOS DEL INSTALADOR

- **Abrepuertas (Cantonera):** Dispositivo electromecánico instalado en el marco de la puerta que libera el pestillo físico al recibir un pulso eléctrico, permitiendo la apertura remota.
- **Bus de Datos:** Canal de comunicación o par de conductores por el cual viajan de forma simultánea señales analógicas o digitales (audio, video, energía y datos) compartidas por múltiples dispositivos.
- **Caída de Tensión:** Pérdida de potencial eléctrico que ocurre a lo largo de un conductor debido a la resistencia óhmica del material. Es una variable crítica en el cableado de citófonos y cantoneras a largas distancias.
- **Cable CCA (Copper-Clad Aluminum):** Conductor compuesto por un núcleo de aluminio revestido externamente por una capa de cobre. Tiene mayor resistencia eléctrica que el cobre puro y no se recomienda para sistemas PoE o líneas de potencia de cantoneras.
- **Citofonía 4+N:** Topología analógica tradicional que utiliza cuatro conductores comunes para todo el sistema (audio RX, audio TX, común y abrepuertas) más un conductor individual ("N") por cada apartamento para la señal de llamada.
- **Código Binario:** Sistema numérico de base 2 utilizado en electrónica digital, donde los valores se representan únicamente mediante dos estados: encendido (1) o apagado (0).
- **Común (Masa):** Conductor de referencia que cierra el circuito eléctrico de retorno hacia la fuente de poder. Su interrupción es la causa principal de fallas globales en sistemas analógicos.
- **Dip-Switch:** Bloque de micro-interruptores mecánicos integrados en una placa de circuito impreso, utilizado en citofonía digital para asignar manualmente la dirección física (número) de un equipo.
- **Direccionamiento IP:** Asignación de una etiqueta numérica lógica y única a un dispositivo conectado a una red informática que utiliza el protocolo IP, permitiendo su plena identificación y comunicación en la red LAN o internet.
- **Frente de Calle (Placa exterior):** Módulo exterior del sistema de citofonía equipado con botones, teclado, micrófono, parlante y, opcionalmente, cámara, que permite al visitante comunicarse con el interior del inmueble.
- **Generador de Tonos ("Pollo"):** Herramienta de diagnóstico compuesta por un emisor de señal audible y una sonda receptora inductiva, utilizada para rastrear, identificar y mapear conductores específicos dentro de un mazo de cables sin necesidad de pelarlos.
- **NTC 2050:** Código Eléctrico Colombiano. Norma técnica que regula el diseño y montaje de las instalaciones eléctricas en el país, garantizando la seguridad de las personas y bienes.

- **PoE (Power over Ethernet):** Tecnología que permite el envío de datos de red y alimentación eléctrica simultáneamente a través de un solo cable UTP estándar (Categoría 5e o superior).
- **Relé Auxiliar:** Interruptor electromagnético que utiliza una señal eléctrica de baja potencia para controlar un circuito independiente de mayor potencia. Se emplea para mitigar la caída de tensión en cantoneras distantes.
- **RETIE:** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de obligatoria aplicación en Colombia. Establece las medidas que garantizan la seguridad y previenen riesgos de origen eléctrico.
- **Ruido de Masa:** Interferencia audible persistente (zumbido de baja frecuencia) provocada generalmente por una conexión deficiente del hilo común o por el acoplamiento electromagnético al compartir ductos con redes de potencia.
- **Switch PoE:** Dispositivo de red que concentra las conexiones de una red de área local (LAN) y suministra energía eléctrica directamente por los puertos de datos a los equipos IP compatibles.

TABLA DE CONTENIDO

Módulo 1: Fundamentos (Empezando desde cero)

- **¿Qué es la citofonía?:** Concepto básico, evolución y propósito.
- **Electricidad básica aplicada:** Voltaje continuo (DC) vs. alterno (AC) en fuentes de poder, corriente y caída de tensión.
- **Herramientas del instalador:** Multímetro, generador de tonos (pollo), pelacables, cinta y termocontraíble.
- **Tipos de cables:** Cable multipar telefónico vs. cable UTP (categorías, calibres y cuándo usar cada uno).

Módulo 2: Topologías y Sistemas (El corazón del experto)

- **Sistemas Análogos Tradicionales (4+N y 1+N):**
 - Cómo funciona el hilo común, el hilo de audio (RX/TX), el de timbre y el del abrepuertas.
 - Marcas comunes y sus peculiaridades (Intec, Fermax, Bticino, etc.).
- **Sistemas Digitales (2 Hilos):** Ventajas, bus de datos, configuración de dip-switches o programación.
- **Sistemas IP y Videocitofonía:** Conexión a red, cableado estructurado básico (PoE) y monitoreo remoto.

Módulo 3: Práctica de Conexión (Esquemas Paso a Paso)

- **El Frente de Calle (Frente de placa):** Identificación de bornas y micrófonos.
- **La Fuente de Poder:** Cálculo de carga, protección y conexión a la red de 120V.
- **El Abrepuertas Eléctrico (Cantonera):** Integración mecánica y eléctrica (uso de relés si hay mucha distancia).
- **Distribución en edificios:** Uso de regletas, cajas de paso y empalmes limpios.

Módulo 4: El Arte del Diagnóstico (Troubleshooting)

- **Metodología de descarte:** Cómo aislar una falla en 5 minutos.
- **Fallas más comunes y sus soluciones:**
 - *El citófono zumba (ruido de masa/estática).*
 - *Se escucha pero no abre la puerta (caída de tensión).*
 - *Llamada cruzada (se activan dos apartamentos a la vez).*
- **Uso del multímetro en citofonía:** Medición de continuidad y voltaje en los hilos.

Módulo 5: Normativa y Estética Profesional

- **Canalización y tuberías:** Separación obligatoria de los circuitos de baja tensión (citofonía) de los de potencia (120V/240V) para evitar interferencias electromagnéticas y cumplir el RETIE.
- **Estética de entrega:** Marquillas, peinado de cables en la caja de distribución y protocolos de prueba frente al cliente.

El factor diferenciador: La mayoría de manuales son aburridos o demasiado técnicos. Podemos hacer que cada capítulo tenga un apartado de "*Notas del Instructor*", donde incluyamos tips prácticos de campo, trucos que no dicen los manuales y precauciones de seguridad.

Módulo 1: Fundamentos de Citofonía (Empezando desde cero)

1. ¿Qué es la citofonía?

Más allá de ser un simple intercomunicador, la citofonía es el **primer anillo de seguridad y control de acceso** de cualquier edificación. Es un sistema de telecomunicaciones cerrado que permite una comunicación de audio (y a veces video) bidireccional entre un punto de acceso exterior (frente de calle) y múltiples puntos interiores (apartamentos u oficinas), permitiendo además la apertura remota de cerraduras eléctricas.

Históricamente, estos sistemas requerían un cableado inmenso, pero hoy en día la tecnología abarca desde los clásicos sistemas análogos hasta redes digitales e IP. Sin embargo, el principio físico fundamental sigue siendo el mismo: transmisión de señales de audio y pulsos eléctricos a través de conductores.

2. Electricidad Básica Aplicada a la Citofonía

Para no quemar equipos ni dejar instalaciones defectuosas, es vital dominar tres conceptos antes de pelar el primer cable:

- **Voltaje Alternio (AC) vs. Continuo (DC):**
 - La fuente de poder del citófono se alimenta de la red comercial (generalmente a 120V AC).
 - La fuente transforma y rectifica este voltaje para entregar baja tensión al sistema. El audio y la lógica del sistema suelen operar con **Corriente Continua (DC)** (usualmente entre 12V y 24V), mientras que muchas cerraduras eléctricas (cantoneras) operan con **Corriente Alterna (AC)** (12V a 18V) para aprovechar el pico de arranque de la bobina.
- **Corriente (Amperaje):** Es la "fuerza" o cantidad de electrones que consume el sistema. Un citófono en reposo consume miliamperios, pero una cerradura eléctrica al activarse puede exigir entre 1A y 3A . Si la fuente no tiene la capacidad de amperaje suficiente, el sistema se reiniciará o la puerta no abrirá.
- **Caída de Tensión (El enemigo oculto):** A mayor distancia de cable, mayor resistencia (R). Según la Ley de Ohm ($V = I \cdot R$), esto genera una pérdida de voltaje en el trayecto. Si envías 12V desde la portería, pero al apartamento en el piso 10 solo llegan 9V , el citófono no sonará.

3. Herramientas del Instalador

Un técnico profesional no adivina, mide y comprueba. El kit básico incluye:

- **Multímetro Digital:** Indispensable para medir continuidad (buscar cables trozados) y verificar voltajes de salida en la fuente (DC/AC).
- **Generador de Tonos (El famoso "Pollo"):** Consta de un emisor que inyecta una señal audible en un par de cables y un receptor tipo lápiz que la rastrea. Es vital para identificar puntas en enjambres de cables sin marcar.
- **Destornilladores de Precisión (Perilleros):** Para las pequeñas bornas de conexión de los auriculares y frentes de calle.
- **Pelacables Automático o Manual:** Evita "morder" y fracturar los frágiles hilos de cobre.
- **Cinta Aislante y Termocontraíble:** Para empalmes seguros que no generen cortocircuitos por humedad o contacto.



4. Tipos de Cables en Citofonía

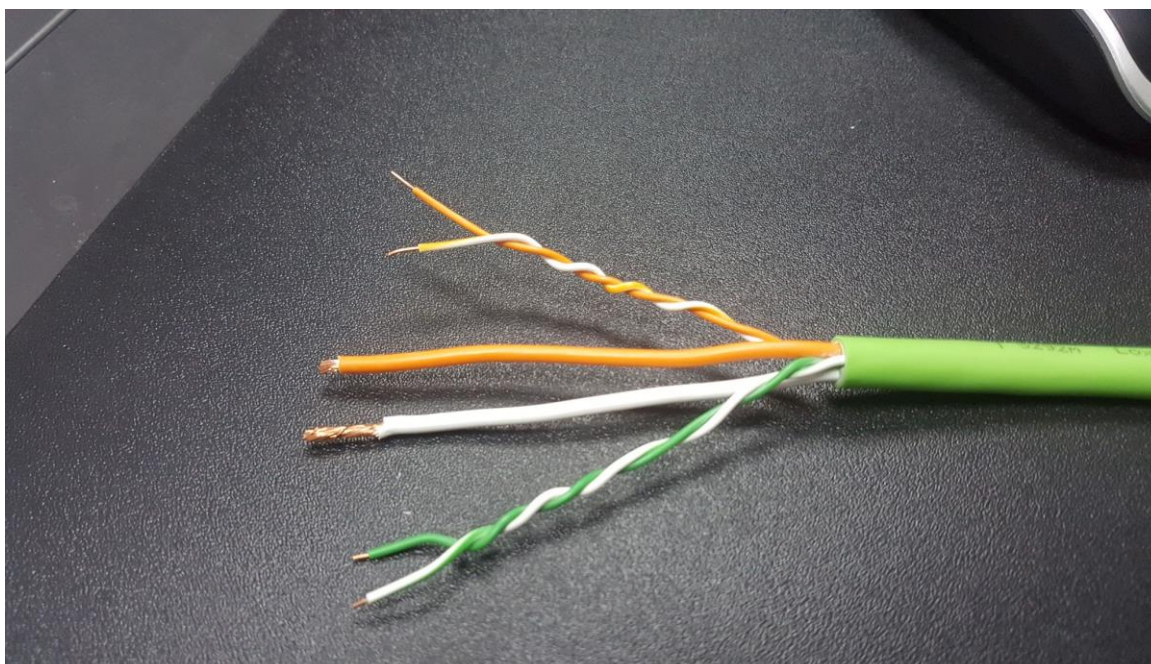
La correcta selección del conductor define la vida útil del proyecto.

- **Cable Telefónico Multipar (El clásico):** Viene en presentaciones de múltiples pares (10, 20, 50 pares). Suele venir en calibres como 22 AWG o 24 AWG. Es ideal para instalaciones análogas de grandes edificios, pero requiere experiencia para "peinar" y organizar (código de colores).



Qué debes notar en la imagen: Viene con decenas de hilos (10, 20 o hasta 50 pares) envueltos en un blindaje de aluminio. Requiere mucha paciencia y conocer de memoria el código de colores de telecomunicaciones (Blanco-Azul, Blanco-Naranja, etc.) para no cruzar las llamadas entre apartamentos.

- **Cable UTP (Par Trenzado):** Originalmente diseñado para redes de datos (Cat5e, Cat6), se ha convertido en el estándar para la citofonía moderna (tanto digital como analógica). Sus 4 pares (8 hilos) de calibre 24 AWG son muy versátiles.
 - *Nota crítica:* En el mercado existen cables UTP tipo **CCA** (Aluminio revestido de cobre) y **100% Cobre**. Para citofonía, especialmente en distancias largas y para enviar el pulso a la cantonera, **siempre se debe usar 100% cobre** para minimizar la caída de tensión.



Qué debes notar en la imagen: Trae 4 pares trenzados (8 hilos en total). En sistemas de citofonía análoga pequeña o sistemas digitales de 2 hilos, este cable sobra y basta.

Nota crítica de calidad: Existen cables UTP tipo **CCA** (Aluminio bañado en cobre). Para citofonía, **siempre exige 100% cobre**. El aluminio tiene mayor resistencia eléctrica y agrava la caída de tensión, haciendo que las cantoneras fallen a largas distancias.

💡 **El Truco del Instalador Experto:** Cuando vayas a alimentar una cerradura a más de 30 metros usando cable UTP, une (dobla) dos hilos sólidos (ej. el par azul y blanco-azul) para el positivo y dos (ej. el par café y blanco-café) para el negativo. Al duplicar la cantidad de cobre, reduces la resistencia a la mitad y garantizas que el golpe de voltaje llegue con toda su fuerza a la puerta.

Este formato visual hace que los conceptos teóricos se aterricen de inmediato a la realidad del trabajo de campo.

💡 **Notas del Instructor:**

"Muchos técnicos empíricos asumen que cualquier cable sirve porque 'es solo un timbre'. ¡Falso! Cuando vayas a alimentar una cerradura a más de 30 metros de distancia, une (dobla) dos hilos del cable UTP para la señal positiva y dos para la negativa. Al duplicar la sección transversal del conductor, reduces la resistencia a la mitad y garantizas que el pulso de voltaje llegue con la fuerza necesaria para abrir la puerta sin fallar."

📖 Módulo 2: Topologías y Sistemas - El Sistema Análogo 4+N

1. ¿Qué significa "4+N"?

El nombre es literalmente la fórmula matemática de cuántos cables necesitas para que el sistema funcione.

- **Los "4" hilos comunes:** Son cuatro cables que recorren todo el edificio y entran a *todos* los apartamentos en paralelo. Hacen el trabajo pesado (audio y abrir la puerta).
- **El "+N" hilo de llamada:** La "N" representa el número de apartamentos. Es un cable individual y único que va desde el botón específico del frente de calle en la portería hasta el citófono de ese apartamento en particular.

Ejemplo práctico: Si vas a cablear un edificio de 10 apartamentos, necesitas una tubería central que lleve **14 cables** (4 comunes + 10 individuales de timbre).

2. Anatomía de la Conexión (Los 5 Hilos Mágicos)

Aunque cada marca (Intec, Fermax, Bticino, Urmet) usa números diferentes en sus bornas, la función de los cables siempre es la misma. Tienes que aprenderte las funciones, no los números.

Desglose de las bornas (Usando el estándar Fermax de la imagen como ejemplo):

- **Hilo 1 (Abrepuertas / Lock):** Cuando levantas la bocina y presionas el botón de la llave, este hilo cierra un circuito con el negativo (Común), enviando la señal a la fuente para que libere la cantonera eléctrica.
- **Hilo 2 (Micrófono / TX):** Transmite tu voz desde el apartamento hacia el parlante de la calle.
- **Hilo 3 (Común / Masa / Negativo):** Es el polo negativo de la fuente de alimentación. **Es el cable más importante de todo el sistema.** Cierra el circuito para el audio, el timbre y la cerradura. Si este cable se rompe, el citófono queda "muerto".
- **Hilo 6 (Parlante / RX):** Trae el audio desde el micrófono de la calle hacia el auricular de tu apartamento.
- **Hilo 4 (Llamada / Timbre):** Es el hilo "+N". Recibe el pulso eléctrico (suele ser AC) desde el botón del frente de calle para hacer sonar el zumbador de tu citófono.

3. La Fuente de Poder y la Cerradura (Cantonera)

La fuente es el corazón del sistema. Recibe 120V de la red y entrega dos tipos de corriente: DC para el audio y AC para el timbre y la cerradura.

¿Cómo funciona la apertura de puerta?

1. La fuente envía constantemente voltaje (ej. 12V AC) a un extremo de la bobina de la cantonera.
2. El otro extremo de la cantonera espera una señal para cerrar el circuito.
3. Esa señal viaja por el hilo del **Abrepuertas (Borna 1)**.
4. Cuando presionas el botón en tu citófono, unes internamente la Borna 1 con el **Común (Borna 3)**, completando el circuito. La bobina de la cantonera se magnetiza, libera el pestillo y hace ese clásico sonido de zumbido fuerte ("bzzzzz") indicando que la puerta está abierta.

4. Diagrama Lógico Completo

Para que visualices cómo se unen todas las piezas, aquí tienes la topología del sistema completo.

La ruta del cableado (Cómo armarlo en la vida real):

1. Desde la **Fuente de Poder**, salen los cables de alimentación (Audio y AC) hacia el **Frente de Calle** (Portería).
2. Del **Frente de Calle** salen los 4 hilos comunes y suben por el ducto del edificio, entrando a todos los citófonos.
3. Desde cada botón del **Frente de Calle**, sale un cable individual (+N) que viaja directo y sin interrupciones hasta el citófono correspondiente.
4. Desde la fuente o el frente de calle, salen dos cables de potencia hacia la **Cerradura Eléctrica** en la puerta principal.

💡 Notas del Instructor:

"El error más común de los novatos en sistemas 4+N es confundir los hilos de audio (micrófono y parlante). Si al terminar la instalación, la persona de la calle se escucha a sí misma como un eco gigante (acople), o tú escuchas la calle pero ellos no te escuchan, simplemente invierte los cables de las bornas 2 y 6 (o equivalentes en tu marca). ¡Ese es el 90% de los problemas de audio!"

📖 Módulo 2 (Parte II): Sistemas Digitales de 2 Hilos (Bus de Datos)

1. ¿Qué es la tecnología de 2 hilos?

A diferencia de los sistemas análogos donde cada función (timbre, audio, abrepuertas) necesita su propio cable físico de cobre, el sistema digital comprime toda esa información en **un solo par de cables sin polaridad** (conocido como Bus de Datos).

Por estos dos únicos hilos viaja absolutamente todo:

- La energía eléctrica (normalmente 24V a 30V DC) para encender las pantallas o auriculares.
- El audio digitalizado.
- El video (si es videocitofonía).
- Las órdenes de control (como el pulso para abrir la cantonera).

2. ¿Por qué está enterrando al sistema 4+N? (Las grandes ventajas)



Frente de calle digital (Sin botones individuales por apartamento). Fuente: Liudmyla Lazoryshyna / Getty Images

1. **Ahorro extremo en cableado y tubería:** Si vas a cablear una torre de 100 apartamentos, en un sistema 4+N tradicional necesitarías un cable con 104 hilos subiendo por el ducto. Con el sistema digital, **solo suben 2 hilos** para los 100 apartamentos.
2. **Cero Polaridad:** La mayoría de estos sistemas (como Bticino o Dahua 2-wire) no tienen positivo ni negativo. Si conectas el cable al revés en la borna del apartamento, el equipo tiene un puente rectificador interno que lo corrige automáticamente. ¡Es a prueba de novatos!
3. **Cumplimiento RETIE:** De cara a la normativa eléctrica colombiana y las inspecciones, canalizar un solo par de cables (generalmente recubiertos con doble chaqueta) hace que sea muchísimo más fácil respetar las distancias de separación con las redes de potencia (120V/240V).
4. **Menos fallas por clima:** En zonas con temperaturas exigentes y humedad como las de Cúcuta, reducir drásticamente la cantidad de empalmes físicos en las cajas de paso significa menos puntos vulnerables a la sulfatación.

3. Si no hay un cable por apartamento, ¿Cómo sabe a quién llamar?

Esta es la pregunta que siempre hacen los técnicos que vienen del mundo análogo. La respuesta está en el **Direccionamiento (Addressing)**.

Como todos los citófonos están conectados "colgados" del mismo par de cables, necesitan un número de identificación único, como si fuera una dirección IP. Esto se hace de dos formas:

- **Por Hardware (Dip-Switches / Configuradores):** En marcas como Bticino, le insertas unas pequeñas resistencias numeradas (configuradores) en la parte trasera del monitor (Ej: N=1 y N=5 para el apartamento 15). En otras marcas, usas un bloque de micro-interruptores (Dip-Switches) para armar el número en código binario.
- **Por Software:** En marcas más modernas, entras al menú de la pantalla táctil y simplemente tecleas "Apartamento 302".

Cuando el visitante digita "302" en el frente de calle, el sistema envía un paquete de datos por los dos hilos que dice: *"Despierta solo al equipo que tenga la dirección 302 y hazlo sonar"*. Los demás equipos ignoran la señal.

4. Topología de Instalación (El uso de Distribuidores)



Kits básicos digitales y fuentes para Riel DIN. Fuente: Grzegorz-P / Getty Images

Aunque los dos hilos llevan la señal a todas partes, no puedes simplemente empalmar 20 cables en una sola bolita de cinta. Se utilizan **Distribuidores de Piso** o **Derivadores (Branchers)**.

1. La **Fuente de Poder Central** inyecta los 28V DC y la señal al Bus principal.
2. El cable sube por el ducto y en cada piso entra a un **Distribuidor** (una pequeña cajita electrónica).
3. Ese distribuidor toma la señal, la amplifica ligeramente, y saca salidas individuales (de 2 hilos cada una) para los 4 apartamentos de ese piso.
4. Esto aísla las fallas: Si un usuario hace un cortocircuito dañando su citófono por dentro, el distribuidor bloquea ese puerto para que el resto del edificio siga funcionando perfectamente.

Profundizar en código binario

5. Advertencias Críticas de Campo (Lo que no dice el manual)

- **¿Empieza en 0 o en 1?:** Algunas marcas chinas asumen que todos los pines abajo (00000000) equivalen al "Apartamento 1", por lo que todo se desplaza un número. Siempre haz una prueba rápida con el Apto 1 antes de configurar todo el edificio.
- **No leas al revés:** Un error clásico es sostener el citófono boca abajo mientras trabajas. Si el bloque dice "ON" en la parte superior, asegúrate de empujar la pestaña hacia esa palabra.
- **El Pin de Video o Resistencia Terminal:** En bloques de 8 pines, a veces el pin número 8 no se usa para sumar números, sino como "resistencia de fin de línea" para estabilizar el video en el último piso. Revisa siempre la hoja de datos (Datasheet) de la marca específica.

Módulo 3: Práctica de Conexión y Distribución en Edificios

El papel lo aguanta todo, pero en la obra te encuentras con tuberías obstruidas, distancias largas y humedad. Aquí te explicamos cómo estructurar el cableado de un edificio entero y los secretos para superar los obstáculos físicos.

1. La Distribución Vertical (Las Regletas y Cajas de Paso)

Nunca, **jamás**, lleves un cable entero desde el frente de calle hasta el apartamento del piso 10. Si ese cable se daña en el piso 5, tendrías que cambiarlo todo.

La forma profesional de hacerlo es creando una columna vertebral:

- Subes una "troncal" gruesa (un cable multipar de gran capacidad o varios UTP) por los ductos principales (buitrones).
- En cada piso, pones una **caja de paso**.
- Dentro de esa caja, usas **regletas telefónicas** (bloques de conexión) para derivar de la troncal principal hacia los apartamentos de ese piso.

2. El Arte del Empalme Perfecto

El 80% de las fallas en citofonía (ruidos, estática, micrófonos que fallan) ocurren por empalmes mal hechos. Un cable de cobre trenzado a mano y envuelto en cinta aislante barata se va a sulfatar con la humedad en un año.

La solución profesional:

En lugar de pelar y entorchar los cables con los dedos, usa **conectores UY (tipo Scotchlok)** o regletas de inserción. Estos conectores tienen un gel interno que sella el cobre contra la humedad y una cuchilla que "muerde" el cable sin necesidad de pelarlo. El empalme queda hermético, resistente a jalones y libre de sulfatación.

3. El Problema de las Largas Distancias: El Relé Auxiliar

Supongamos que instalas un citófono en una casa campestre. El frente de calle y la puerta están a 100 metros de la casa. El audio y el timbre funcionan perfecto porque consumen poca corriente, pero **la cantonera no abre**.

¿Por qué? Porque el pulso de 12V que envías desde la casa llega a la puerta con apenas 7V debido a la caída de tensión en esos 100 metros. No tiene fuerza para mover la bobina.

Cómo salvar la instalación usando un Relé:

1. No intentes enviar la energía pesada para la cantonera desde el apartamento.
2. Coloca una **segunda fuente de poder** justo al lado de la puerta principal.
3. Usa el pulso débil que llega desde el apartamento (esos 7V) únicamente para activar un **Relé** pequeño.
4. El relé actúa como un interruptor automático: al activarse con la señal débil, cierra el circuito de la fuente local (que está cerquita y manda los 12V enteros), entregando el golpe de energía directo a la cantonera.

Este es un secreto de oro que separa a un técnico principiante de un experto.

Módulo 4: El Arte del Diagnóstico (Troubleshooting)

Llegas a un edificio donde "nada funciona". El cliente está furioso. Si te pones a revisar cable por cable, te vas a demorar semanas. Aquí entra la **Metodología de Descarte**.

1. Divide y Vencerás

No mires el sistema como un todo, divídelo en tres bloques lógicos:

1. **La Fuente de Poder.**
2. **La Troncal (Cableado) y Frente de Calle.**
3. **El Citófono del Apartamento.**

2. Pasos para Aislar la Falla en 5 Minutos

Paso 1: Mide el Corazón (La Fuente)

Pon tu multímetro en VDC (Voltaje Directo). Mide la salida de la fuente principal. ¿Hay 12V - 18V?

- *Si NO hay voltaje:* La fuente está quemada o el fusible saltó. Cámbiala. ¡Falla encontrada!
- *Si SÍ hay voltaje:* La fuente está bien. El problema está en otra parte. Pasa al paso 2.

Paso 2: Aísla el Edificio

Ve a la regleta principal donde se unen los cables del frente de calle con los que suben a los apartamentos. **Desconecta los cables que suben al edificio.**

Conecta un citófono de prueba (uno que sepas que funciona) directamente al frente de calle, ahí mismo en la portería, usando cables cortos.

- *Si funciona perfecto:* El frente de calle y la fuente están bien. El problema es un cortocircuito en los cables que suben a los apartamentos (alguien martilló un cable o hay agua en un tubo).
- *Si sigue fallando:* El problema está en el frente de calle mismo (micrófono sulfatado, placa lógica dañada).

3. Fallas Comunes y sus Causas

- **Ruido de fondo fuerte ("Mmmmmm"):** Se llama "ruido de masa". Casi siempre ocurre porque el cable del Común (Negativo) está flojo en alguna conexión o porque cruzaron el cableado de citofonía por el mismo tubo donde pasan cables de 120V de iluminación (interferencia electromagnética).
- **Se activan dos apartamentos al mismo tiempo:** Tienes una "llamada cruzada". En la caja de paso, los hilos de timbre (+N) de esos dos apartamentos se están tocando (probablemente pelados o mal empalmados).
- **El cliente escucha la calle, pero en la calle no lo escuchan:** Es un problema direccional. Revisa el Hilo del Micrófono (TX) del apartamento. Si todos los apartamentos tienen el mismo problema, el parlante del frente de calle (RX) está dañado por lluvia.

Módulo 5: Videocitofonía y Sistemas IP (El salto a la red)

Olvídate de los voltajes raros y los múltiples hilos de colores. En un sistema IP, la citofonía se convierte en una red de computadoras. Cada pantalla y cada frente de calle es, en esencia, un pequeño ordenador conectado a una red LAN.

1. ¿Qué es PoE (Power over Ethernet)?

En los sistemas tradicionales, necesitabas un cable para la señal y otro cable para la energía eléctrica. En la tecnología IP, usamos el protocolo **PoE**.

Cómo funciona el PoE: A través de un solo cable UTP (Categoría 5e o 6) con conectores RJ45 estándar, el Switch envía tanto los datos (audio y video) como la energía eléctrica (usualmente 48V DC) para encender la pantalla o el frente de calle. **Un solo cable hace todo el trabajo.**

2. Topología de Red (Cómo se conecta)

La estructura es idéntica a la red de internet de una oficina. Se llama **Topología en Estrella**.

1. **El Switch PoE Central:** Se ubica en el cuarto de telecomunicaciones. Se conecta a la red eléctrica (120V) y, a su vez, al router de internet del edificio (si se desea acceso remoto).
2. **Cableado Individual:** Desde el Switch PoE, sale **un cable UTP independiente** directo hacia cada apartamento (pantalla) y otro hacia la portería (frente de calle).
 - *Nota técnica:* La distancia máxima teórica para un cable de red PoE sin usar repetidores es de **100 metros**.
3. **La Cerradura:** El frente de calle IP tiene una salida de relé interna. Sigues usando tu cantonera tradicional de 12V, conectada a los bornes "COM" y "NO" (Normalmente Abierto) del frente de calle, alimentada por su propia fuentecita de 12V.

3. El Frente de Calle IP (Más que un timbre)

Estos equipos son verdaderos centros de seguridad. Además de tener una cámara de alta definición (usualmente de 2 Megapíxeles o más) con visión nocturna, suelen integrar:

- **Lector de Tarjetas RFID o Llaveros:** Para que los residentes abran la puerta sin usar llaves físicas.

- **Teclado Numérico:** Para apertura con código PIN.
- **Reconocimiento Facial:** En modelos de gama alta.

4. La Gran Ventaja: Desvío al Celular (P2P)

Esta es la función que vende el sistema. Si el Switch PoE del edificio está conectado al internet, el sistema usa tecnología P2P (Peer-to-Peer) o SIP.

Cuando alguien toca el timbre en la calle y el residente no está en su apartamento, el sistema envía una notificación push a la aplicación en su celular (ej. DMSS de Dahua o Hik-Connect). El propietario puede ver el video en vivo, hablar con el visitante y **abrirle la puerta desde cualquier parte del mundo** usando sus datos móviles.

5. Consideraciones de Instalación (Consejos del Instructor)

- **Ponchado Perfecto:** En sistemas análogos, un empalme medio flojo genera ruido. En sistemas IP, un conector RJ45 mal ponchado significa que la pantalla ni siquiera enciende. Usa herramientas de calidad y verifica los 8 hilos con un tester de red.
- **Cable 100% Cobre:** Al igual que en 4+N, usar cable CCA (aluminio) en PoE es un desastre. La resistencia del aluminio genera calor y caída de voltaje, haciendo que las pantallas se reinicien cuando alguien toca el timbre y la cámara se activa.
- **Direccionamiento IP:** En lugar de dip-switches, a cada equipo se le asigna una dirección IP estática (Ej: 192.168.1.101 para el Apto 101, 192.168.1.102 para el 102). Esto se hace a través de un software en tu laptop o directamente en la pantalla táctil.

Módulo 6: Normativa, Canalización y Protocolo de Entrega Profesional

Este módulo separa al instalador residencial del **integrador de proyectos de ingeniería**. Aquí nos alineamos con las dos biblias de las instalaciones en Colombia: el **RETIE** (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y la **NTC 2050** (Código Eléctrico Colombiano).

1. Separación de Circuitos (La regla de oro del RETIE)

El error más grave y penalizado por los inspectores de certificación es meter los cables de citofonía por la misma tubería o canaleta de los cables de energía comercial (120V/240V).

- **El Riesgo Físico:** Si el aislamiento de un cable de 120V se daña y toca el hilo de un citófono, inyectará corriente de alta potencia a un circuito diseñado para máximo 30V. Esto quemará instantáneamente frentes de calle, pantallas y, en el peor de los casos, puede causar un incendio o electrocutar a un usuario que tenga el auricular en la oreja.
- **La Interferencia (Ruido):** La corriente alterna genera un campo electromagnético a su alrededor. Si el cable de citofonía viaja pegado a él, ese campo induce corriente en los hilos de audio, provocando el insoportable zumbido de fondo ("hummm") que arruina la comunicación.
- **La Norma:** El RETIE exige que las redes de **Baja Tensión / Potencia** y las redes de **Muy Baja Tensión / Telecomunicaciones (Citofonía)** viajen por ductos (tubos PVC o canaletas) completamente independientes. Si por fuerza mayor deben cruzarse en una caja de paso, deben hacerlo en un ángulo de 90° (perpendicular) y nunca en paralelo.

2. Canalización y Ductería según la NTC 2050

Para garantizar que el cableado dure décadas y se puedan pasar nuevas líneas en el futuro sin romper paredes:

- **Factor de Llenado:** La NTC 2050 (Capítulo 9, Tabla 1) especifica que los cables no pueden ocupar más del **40% del espacio interno del tubo** (si van más de dos cables). El 60% restante debe quedar libre para permitir la disipación de calor y el deslizamiento del cable durante la instalación o mantenimiento. Si el tubo queda apretado, al jalar los cables se romperá la chaqueta protectora.
- **Protección contra la intemperie:** Las tuberías que van hacia el frente de calle o cantoneras expuestas a la lluvia deben ser tipo **EMT (metálicas)** o PVC conduit de alta resistencia, con sellado hermético en las uniones

mediante soldadura líquida o empaques. El agua dentro de una tubería es la muerte prematura de cualquier sistema digital o análogo.

3. Estética Profesional en Cajas de Distribución ("Peinado de Cables")

La caja de distribución principal (donde llegan todos los apartamentos) es la tarjeta de presentación de tu empresa. Un enjambre de cables colgando da una imagen de informalidad y hace imposible el mantenimiento.

- **Código de Colores Estricto:** Si usas cable UTP, define una norma interna y respétala en todo el edificio. Por ejemplo: *Par Azul para Audio/Datos, Par Café para Cerradura, Par Naranja para Timbre.*
- **Marquillas Obligatorias:** Cada cable que llega a la regleta o al switch PoE debe tener una marquilla plástica o termoencogible con el número del apartamento (Ej: "APTO 402").
- **Peinado con Amarres:** Agrupa los cables utilizando abrazaderas plásticas (velcro o amarres plásticos), asegurándote de no apretarlos demasiado para no estrangular los hilos de cobre y alterar la impedancia (crucial en sistemas IP).

4. Protocolo de Entrega y Acta de Recibo (Puesta en Marcha)

Nunca entregues una obra diciendo "ya quedó listo". Debes realizar un protocolo formal junto al cliente (administrador del edificio o interventor):

- **Matriz de Pruebas:** Crea un formato impreso tipo tabla con las siguientes casillas por cada apartamento:
 1. ¿Timbra correctamente? (Sí/No)
 2. ¿El audio bidireccional es claro? (Sí/No)
 3. ¿Abre la puerta principal? (Sí/No)
 4. ¿Hay video nítido? (Si aplica) (Sí/No)
- **Firma de Conformidad:** Cada prueba se realiza apartamento por apartamento. Al final, el propietario o administrador firma el acta de recibo a satisfacción. Esto protege legalmente a **E.S. Eléctricos Suárez SAS** frente a reclamos posteriores por daños causados por terceros (por ejemplo, si un residente daña su citófono haciendo una reforma en su casa una semana después).
- **Entrega de As-Built (Planos de entrega):** Entrega una carpeta que contenga el plano final de por dónde pasan los tubos, el diagrama de conexiones de la fuente y la tabla con las direcciones binarias o IP de cada apartamento. Este documento convierte tu servicio en una solución de ingeniería de primer nivel.

💡 **Notas Finales del Instructor:** "Entregar los planos 'As-Built' y las marquillas ordenadas no es solo por estética; es una estrategia de fidelización. Cuando ese edificio necesite un mantenimiento o una actualización en cinco años, el nuevo técnico o administrador abrirá la caja, verá el logo de tu empresa en una instalación perfecta y ordenada, y no dudará un segundo en llamarte a ti en lugar de buscar a otro."

¡Hemos terminado el cuerpo principal del libro! Con estos 5 módulos estructurados, ilustrados y aterrizados a la realidad técnica y normativa, tienes en tus manos un material espectacular.