

Sistema de comunicaciones VoIP

IMPLEMENTADO CON RASPBERRY PI Y ASTERISK

Nombre del estudiante:

Oscar Castro Otero
E.T.T.

Consultor:

José López Vicario

Tenemos una empresa (Aquadom) con sedes en el extranjero y con necesidad de ahorrar en comunicaciones:

- ▶ Tenemos una empresa multinacional con siete sedes repartidas por el mundo.
- ▶ Esta empresa quiere ahorrar costes de comunicaciones.
- ▶ Es una empresa predispuesta a la adopción de nuevas tecnologías que le aporten nuevas soluciones (colas, IVR, fax to email,...)
- ▶ Tiene una infraestructura de red de datos potente.
- ▶ Nos ha solicitado una solución para obtener un ahorro de costes y tener interconectadas todas sus oficinas de una forma más homogénea.

Tenemos una solución VoIP:

- ▶ Tenemos una solución VoIP basada en Asterisk.
- ▶ Tenemos un hardware compuesto por Raspberry Pi y PITFT.
- ▶ Tenemos la infraestructura de red de la empresa que nos ofrece QoS y estabilidad.
- ▶ Tenemos un proveedor de VoIP con unas tarifas nacionales e internacionales muy competitivas (SARENET).
- ▶ Podemos conectar cualquier terminal que utilice el protocolo SIP o IAX.

Comprobamos el ahorro de costes que obtenemos con el proveedor de VoIP.

- ▶ Obtenemos los costes por llamada de España, Portugal, Colombia y Chile.
- ▶ Comprobamos los costes que tenemos x minuto en las facturas que nos ha suministrado movistar.
- ▶ Calculamos el coste que tendríamos al utilizar el proveedor IP utilizando los minutos que obtenemos de las facturas de Movistar.
- ▶ Comparamos el resultado obtenido de cada uno de los dos proveedores.
- ▶ Obtenemos el ahorro de coste mensual.

Tarifas de voz del proveedor VoIP Sarenet

España

precio min	precio establecimiento	Tipo
0.010€	0.000€	Spain / Fijo
0.015€	0.000€	Spain / Mobile
0.020€	0.000€	Spain / MOVILES
0.310€	0.510€	Spain / Premium
0.015€	0.000€	Spain Fixed / Madrid
0.360€	1.620€	Spain Information Services

Portugal

precio min	precio establecimiento	Tipo
0.015€	0.000€	Portugal Azores & Madeira
0.015€	0.000€	Portugal Lisbon
0.017€	0.000€	Portugal Meo Mobile
0.017€	0.000€	Portugal Mobile Other
0.015€	0.000€	Portugal Olo
0.017€	0.000€	Portugal Optimus Mobile
0.015€	0.000€	Portugal Other
3.078€	0.000€	Portugal Special
0.017€	0.000€	Portugal Vodafone Mobile

Colombia

precio min	precio establecimiento	Tipo
0.023€	0.000€	Colombia Armenia
0.016€	0.000€	Colombia Baranquilla
0.023€	0.000€	Colombia Bogota
0.017€	0.000€	Colombia Bucaramanga
0.015€	0.000€	Colombia Cali
0.023€	0.000€	Colombia Cartagena
0.024€	0.000€	Colombia Comcel Mobile
0.108€	0.000€	Colombia Lex
0.015€	0.000€	Colombia Manizales
0.023€	0.000€	Colombia Medellin
0.077€	0.000€	Colombia Mobile
0.041€	0.000€	Colombia Movistar Mobile
0.024€	0.000€	Colombia Other
0.015€	0.000€	Colombia Pereira
0.069€	0.000€	Colombia Tigo Mobile

Chile

precio min	precio establecimiento	Tipo
0.377€	0.000€	Chile Easter Island
0.051€	0.000€	Chile Mobile
0.015€	0.000€	Chile Other
0.617€	0.000€	Chile Rural
0.015€	0.000€	Chile Santiago
0.754€	0.000€	Chile Special Services

Tabla comparativa de costes mensual y anual:

6

Resumen de un consumo de oficina:

Consumo medio por mes/año estimado:

RESUMEN POR SERVICIO			
SERVICIOS	110,8295	CONSUMO	135,3950
Voz 110,8295		Voz 135,3950	
Línea (1 Ago. a 31 Ago.)	108,7992	Metropolitanas	79,8266
Línea adicional acceso básico centralita		Provinciales	7,7941
RDSI: 36.2664		Interprovinciales	42,9619
Línea adicional acceso básico centralita		A Números 800/900	Gratis
RDSI: 72.5323		A Servicios Avanzados (Novecientos)	4,7782
Múltiple Numeración RDSI (1 Ago. a 31 Ago.)	2,0303	A S ^a de Información y Emergencia	0,0342

Resumen de consumo (1 Jul. - 31 Jul.)			
Voz	135,3950		
Tipos de consumo	Llamadas	Duración	Importe
Metropolitanas	439	13h 3m 12s	79,8266
Provinciales	38	2h 5m 04s	7,7941
Interprovinciales	86	6h 40m 46s	42,9619
A Números 800/900	3	2m 24s	Gratis
A Servicios Avanzados (Novecientos)	19	54m 05s	4,7782
A S ^a de Información y Emergencia	1	22s	0,0342

OFICINAS DE 18- 20 USUARIOS	PROVEEDOR TRADICIONAL			
	GASTO FIJO	CONSUMO	TOTAL	ANUAL
RDSI	36,26 €	Metropolitanas	61,14 €	
RDSI	36,26 €	Provinciales	10,07 €	
Numeración r	2,03 €	Interprovinciales	60,87 €	
		Moviles	0,98 €	
		Enlace móvil	57,38 €	
		Internacional	90,40 €	
	74,55 €	280,84 €	355,39 €	4.264,68 €
	PROVEEDOR VOIP			
	GASTO FIJO	CONSUMO	TOTAL	ANUAL
Numero	10,00 €	Metropolitanas	4,83 €	
		Provinciales	0,93 €	
		Interprovinciales	5,34 €	
		Moviles	20,14 €	
		Internacional	4,40 €	
	10,00 €	35,64 €	45,64 €	547,68 €

Resumen ahorro costes anual de la solución VoIP vs solución tradicional.

Ahorro anual que se obtiene mediante VoIP

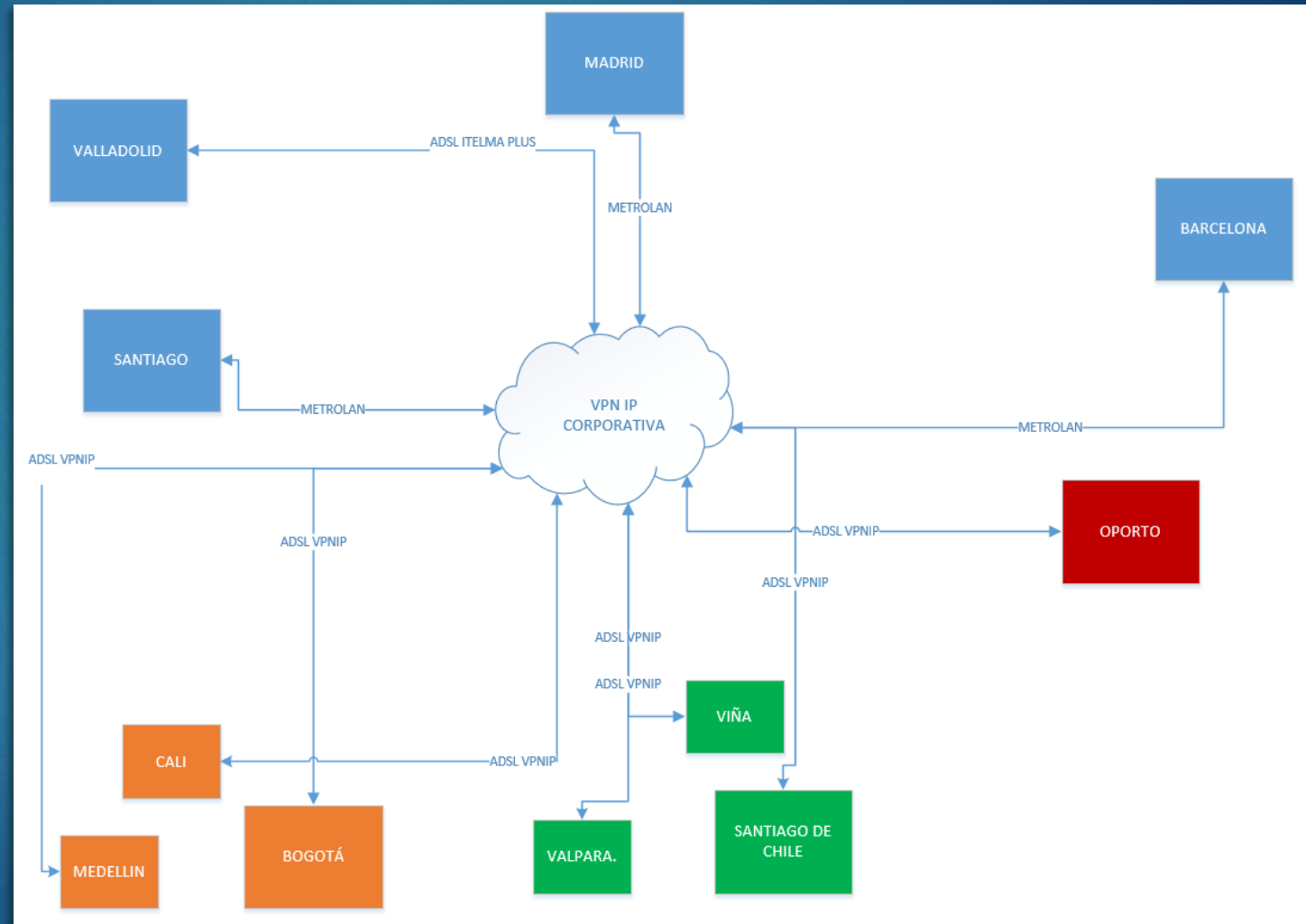
PROVEDOR TRADICIONAL		COSTE AÑO
4	4.264,68 €	17.058,72 €
PROVEDOR VOIP		COSTE AÑO
4	547,68 €	2.190,72 €
AHORRO ANUAL		14.868,00 €

Topología de red de la empresa.

- ▶ Una vez que hemos comprobado que podemos ahorrar costes procedemos a estudiar la topología de red de la empresa para calcular el coste de implantar el sistema que proponemos en la empresa.
- ▶ Tendremos que analizar cuantas oficinas hay que interconectar en la empresa y obtener las características de la red de cada una de las oficinas.
- ▶ También debemos obtener el número de usuarios de cada una de las oficinas para calcular el número de llamadas simultáneas y el número de teléfonos IP necesarios.

Si analizamos la estructura de red de datos de la empresa tenemos.

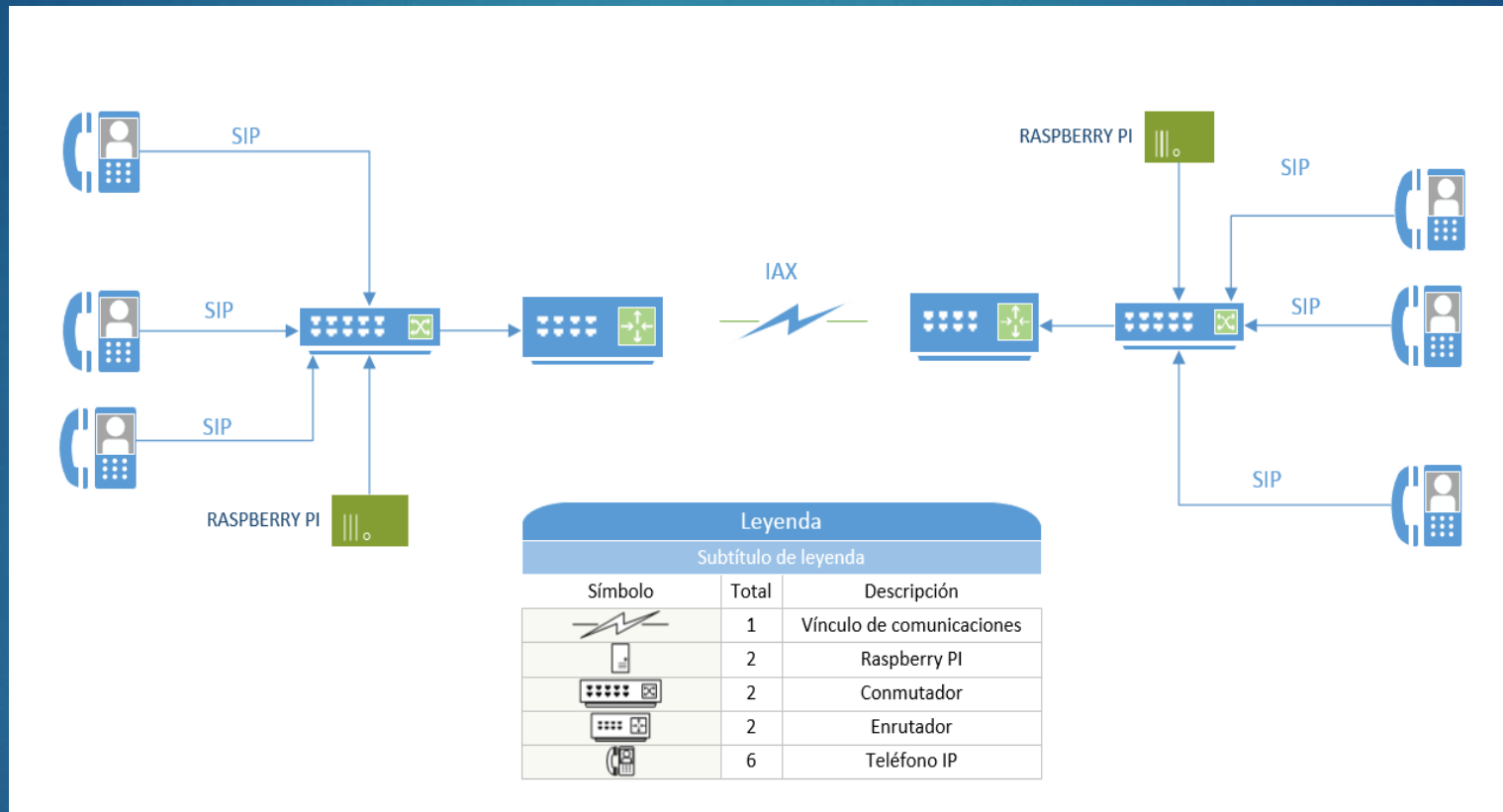
- ▶ Barcelona: VPNIP Metrolan (Fibra) 10/2 con IP 10.64.0.19
- ▶ Madrid: VPNIP Metrolan (Fibra) 10/2 con IP 10.64.1.19
- ▶ Valladolid: VPNIP ADSL iTelma Plus 10/1 con IP 10.64.2.19
- ▶ Santiago de Compostela: VPNIP Metrolan (Fibra) 10/2 con IP 10.64.3.19
- ▶ Oporto: VPNIP ADSL con IP 10.67.6.19
- ▶ Bogotá: VPNIP ADSL con IP 10.67.7.19
- ▶ Medellín: VPNIP ADSL con IP 10.67.8.19
- ▶ Cali: VPNIP ADSL con IP 10.67.9.19
- ▶ Santiago de Chile: VPNIP ADSL con IP 10.67.10.19
- ▶ Valparaíso: VPNIP ADSL con IP 10.67.11.19
- ▶ Viña del Mar: VPNIP ADSL con IP 10.67.12.19



Gráfica de oficina tipo.

10

Aquí mostramos el equipamiento tipo de dos oficinas.



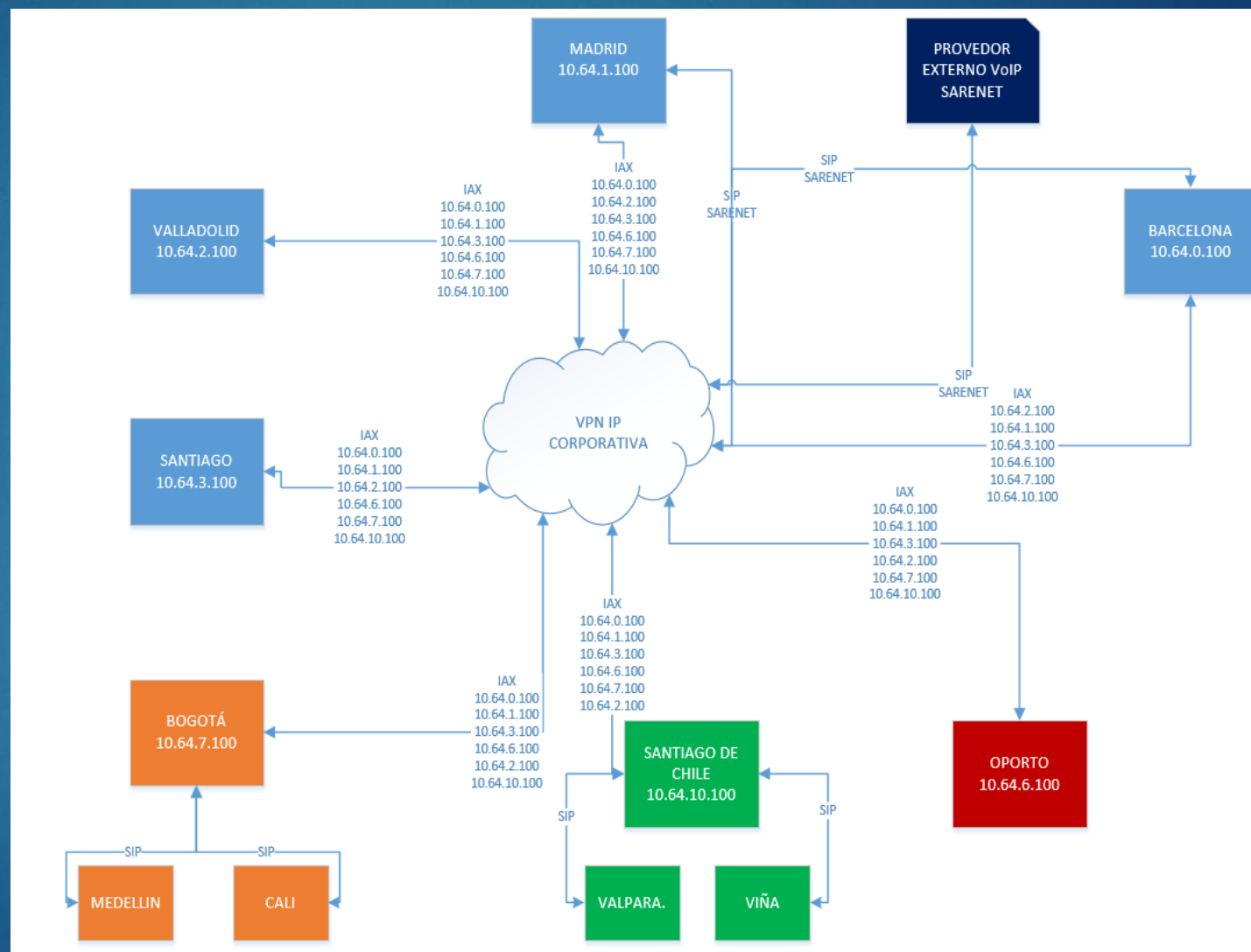
	6	Teléfono IP
	2	Enrutador
	2	Conmutador
	2	Raspberry Pi

Número de Raspberry necesarias y número de terminales necesarios en función de los usuarios de cada oficina.

- ▶ **Barcelona:** 2 Raspberry PI + 20 terminales SIP.
- ▶ **Madrid:** 2 Raspberry PI + 19 terminales SIP.
- ▶ **Valladolid:** 2 Raspberry PI + 18 terminales SIP.
- ▶ **Santiago de Compostela:** 2 Raspberry PI + 20 terminales SIP.
- ▶ **Oporto:** 2 Raspberry PI + 7 terminales SIP.
- ▶ **Bogotá:** 2 Raspberry PI + 5 terminales SIP.
- ▶ **Medellín:** 4 terminales SIP.
- ▶ **Cali:** 4 terminales SIP.
- ▶ **Santiago de Chile:** 2 Raspberry PI + 6 terminales SIP.
- ▶ **Valparaíso:** 6 terminales SIP.
- ▶ **Viña del Mar:** 5 terminales SIP.

Este es el esquema de red para implantar VoIP.

- ▶ Barcelona: Raspberry con IP 10.64.0.100 y conexión SIP con SARENET e IAX con el resto de oficinas
- ▶ Madrid: Raspberry con IP 10.64.1.100 y conexión SIP con SARENET e IAX con el resto de oficinas
- ▶ Valladolid: Raspberry con IP 10.64.2.100 y conexión SIP con SARENET e IAX con el resto de oficinas
- ▶ Santiago de Compostela: Raspberry con IP 10.64.3.100 y conexión IAX con el resto de oficinas
- ▶ Oporto: Raspberry con IP 10.64.6.100 y conexión IAX con el resto de oficinas
- ▶ Bogotá: Raspberry con IP 10.64.7.100 y conexión IAX con el resto de oficinas
- ▶ Medellín: Teléfonos SIP conectados directamente contra la Raspberry Pi de Bogotá.
- ▶ Cali: Teléfonos SIP conectados directamente contra la Raspberry Pi de Bogotá.
- ▶ Santiago de Chile: Raspberry con IP 10.64.10.100 y IAX con el resto de oficinas
- ▶ Valparaíso: Teléfonos SIP conectados directamente contra la Raspberry Pi de Santiago de Chile.
- ▶ Viña del Mar: Teléfonos SIP conectados directamente contra la Raspberry Pi de Bogotá.



Una vez que sabemos el equipamiento necesario y el trabajo a realizar podemos calcular el coste de implantación del sistema.

Sabemos:

- ▶ El número de Raspberry Pi que necesitamos (14 unidades)
- ▶ El número de Teléfonos IP Temporis 200 que necesitamos (107 unidades).
- ▶ El número de Teléfonos IP Temporis 600 que necesitamos (7 unidades).
- ▶ El número de TFT que necesitamos (14 unidades)
- ▶ El número de cargadores de teléfono (114 unidades).
- ▶ El número de cargadores de Raspberry Pi (14 unidades)
- ▶ El coste de la mano de obra.
- ▶ El coste de ingeniería de diseño del sistema.

Ya podemos calcular el presupuesto.

Presupuesto instalación del sistema.

14



Temporis IP200: $58,56 \times 107 = 6.265,92\text{€}$



Temporis IP600: $80,96 \times 7 = 566,72\text{€}$



Cargador Temporis: $9,90 \times 114 = 1.128,60\text{€}$



Raspberry Pi: $39,95 \times 14 = 559,30\text{€}$



Cargador Raspberry Pi: $3,95 \times 14 = 55,30\text{€}$



Pantalla TFP: $42 \times 14 = 588\text{€}$

Diseño del sistema: 1.500€

Mano de obra: 900€

TOTAL INSTALACIÓN: 11.583,64€

Ahorro de coste vs coste implantación

15

Hemos calculado el ahorro que obtenemos con una solución VoIP.

14.868,00 €

Hemos calculado el coste de implantación de la solución en la empresa.

11.583,64€

En menos de un año amortizamos el sistema.

Problemas que pueden surgir a la hora de utilizar el sistema

16

Problemas en la comunicación:

- ▶ **Jitter.** El jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se discretiza en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino.
- ▶ **Latencia.** A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación.
- ▶ **Eco.** El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se cuela de nuevo por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación
- ▶ **Ancho de banda insuficiente.** El ancho de banda de las comunicaciones es limitado y suele estar compartido por numerosas aplicaciones (web, correo electrónico, tráfico FTP, descarga de archivos,...). En conexiones a Internet el ancho de banda se define técnicamente como la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (BPS), Kilobits por segundo (kbps), o Megabits por segundo (Mbps).

Soluciones a los problemas descritos con anterioridad.

17

PROBLEMAS	SOLUCIÓN EN EL SISTEMA
Jitter	Utilizamos el jitter buffer en Asterisk: /etc/Asterisk/sip_general_custom.conf jbenable=yes jbimpl=adaptive
Latencia	Priorizar los paquetes de comunicaciones en los router CISCO que tenemos. Si calculamos la latencia los sitios más problemáticos son Chile y Colombia con latencias máximas de 160 y 180 respectivamente. Aunque son unos parámetros altos no impiden una buena recepción de la comunicación.
Eco	Cancelador de eco en Asterisk por software: Mediante el parámetro 'echocancel=yes'
Ancho de banda	Se utilizan redes con ancho de banda de subida superior a 2 Mbit cuando el ancho de banda necesario para 10 llamadas simultáneas son 112Kbps como se verá en el posteriormente.

Conclusiones:

- ▶ En este proyecto hemos comprobado cómo podemos mediante los dispositivos Raspberry PI y el software Asterisk dar el mismo servicio de comunicaciones que las centrales tradicionales suministradas por empresas como Siemens, Alcatel, Avaya, Panasonic, etc...
- ▶ Podemos mediante proveedores VoIP de comunicaciones reducir considerablemente los costes de comunicaciones, hemos calculado de alrededor de unos 15.000 euros al año, lo que implica que en un año podemos amortizar el gasto en el que hemos incurrido para comprar todo el equipamiento que asciende a 11.583,64 euros.
- ▶ Por último y no menos importante, podemos modificar las capacidades de nuestra centralita VoIP a nuestro antojo. Podemos incluir un IVR sin coste, poner buzones de voz a todos los usuarios que queramos habilitar colas, enviar fax a correos electrónicos, etc...

FIN

Nombre del estudiante:

Oscar Castro Otero
E.T.T.

Consultor:

José López Vicario