

Roser Rull Lara

**Projecte d'implantació de la realitat augmentada
i virtual a quiròfan**

Treball Fi de Grau

Directora: Bàrbara Anna López

Tutor a la URV: Xavier Correig

Grau en Enginyeria Biomèdica

HJ23

Hospital Universitari **Joan XXIII**

ICS Camp de Tarragona



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2021

AGRAÏMENTS:

En primer lloc, m'agradaria agrair a la meva tutora en l'empresa Bàrbara López i tot l'equip de la unitat d'electromedicina de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona per acollir-me i assessorar-me durant tota la meva estada, per confiar en mi i crear un impacte tan gran tant en l'àmbit personal com professional.

També, agrair al meu tutor acadèmic Xavier Correig per dur a terme el seguiment del treball, ajuda en la redacció i guiar-me durant la realització del projecte.

Per acabar, agrair a la meva família, els pares, germà i tiets el suport incondicional que m'han donat sempre. Per no deixar-me mai de la mà i per confiar en mi més que jo mateixa.

RESUM:

L'alarmant augment de les despeses sanitàries en els pròxims anys, ha portat al sistema sanitari la necessitat de buscar alternatives per frenar-lo. El sector on s'acumulen la majoria de despeses són els quiròfans.

Actualment, la realitat augmentada i virtual, són les tecnologies més innovadores a incorporar en sales quirúrgiques permeten la disminució de costos i sobretot de riscos en les intervencions.

El projecte aborda l'estudi i el disseny d'una xarxa de telecomunicacions per a la implantació de realitat augmentada i virtual en dos quiròfans de l'Hospital Universitari Joan XXIII.

Primerament es dona una base teòrica sobre realitat virtual i augmentada fent ressò en quines són les principals característiques sobre el funcionament en quiròfan, les quals les fa un sistema atractiu per a ser utilitzat en planificació quirúrgica hospitalària.

En la segona part, més pràctica, es treballa en el disseny de la xarxa de telecomunicacions per abastir la realitat augmentada i virtual en dos quiròfans ja existents i un disseny 3D d'aquests.

I per últim, en la part final del projecte, hi ha el càlcul del pressupost necessari per poder implantar les tecnologies de RA i RV als dos quiròfans de l'Hospital universitari Joan XXIII.

Índex

1.INTRODUCCIÓ:.....	11
2. OBJECTIUS:	13
3. PLANIFICACIÓ QUIRÚRGICA.....	14
4. REALITAT AUGMENTADA:.....	15
4.1 TIPUS DE REALITAT AUGMENTADA:	16
4.1.1 Realitat augmentada geolocalitzada:	16
4.1.2 Realitat augmentada basada en marcadors:.....	17
4.2 DISPOSITIUS DE VISUALITZACIÓ:	18
4.2.1 Display de cap.....	18
4.2.2 Display de mà	19
4.2.3 Display espacial.....	19
4.3 SOFTWARE:	20
4.3.1 ARToolKit.....	20
4.3.2 ATOMIC Web Authoring Tool	20
4.3.3 Blender.....	21
4.3.4 HP-Reveal.....	21
4.3.5 D.A.R.T (Designer's Augmented Reality Toolkit)	21
4.4 REALITAT AUGMENTADA HOSPITAL JOAN XXIII:	21
5. REALITAT VIRTUAL:	21
5.1 SOFTWARE	22
5.1.1 Modelatge 3D:.....	22
5.1.2 Programari de gràfics 2D:.....	23
5.1.3 Edició de so digital:.....	23
5.1.4 Simulació:	24
5.2 HARDWARE.....	24

5.3 TIPUS DE REALITAT VIRTUAL:.....	25
5.4 REALITAT VIRTUAL HOSPITAL JOAN XXIII:	27
6. IMPLANTACIÓ RA I RV:	27
6.2 TENDÈNCIES ACTUALS EN EL DISSENY DE XARXES DE TELECOMUNICACIÓ PER A QUIRÒFANS QUE NCLOGUIN RA I RV:	29
7. ARQUITECTURA XARXA TELECOMUNICACIONS:	29
7.1 ARQUITECTURA REALITAT AUGMENTADA:	34
7.1.1 Dispositius creació de contingut (entrada) :	34
7.1.2 Dispositius sortida de contingut:	34
7.2 ARQUITECTURA REALITAT VIRTUAL:	35
7.3 ELECCIÓ DELS MODELS DE DISPOSITIUS.....	35
8. QUIRÒFAN 3D:	35
9. PRESSUPOST I/O ANÀLISI ECONÒMIC:.....	35
10. CONCLUSIONS I LÍNIES FUTURES:	35
10.1 Conclusions	35
10.2 Línies futures:.....	36
11. REFERÈNCIES:	37
12. ANNEXES:.....	41
12.1 ARQUITECTURA COMPLETA RA:.....	41
12.2 DATASHEETS DISPOSITIUS:	42
12.3 PLÀNOLS 2D AUTOCAD:	682

GLOSSARI

RA: Realitat Augmentada

RV: Realitat Virtual

HIS: Hospital Information System

PACS: Picture Archiving and Communication System

PC: Personal Computer

PoE: Power over Ethernet

HL7: Health Level Seven

TLS: Transport Layer Security

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine

HTTPS: Hypertext Transfer Protocol Secure

FHD: Full High Definition

WAP: Wireless access point

MDR: Medical Devices Regulation

CE: Conformitat Europea

NMS: Network Management Station

SFP: Small form-factor Pluggable

TCP: Protocol de control de transmissió

IP: Internet Protocol

OSI: Open Systems Interconnection

RF: Radiofreqüència

AF: Audiofreqüència

OR: Operating Room

LLISTAT DE FIGURES:

Figura 1: Exemple RA amb acceleròmetre [5]	17
Figura 2: Exemple codi QR.....	17
Figura 3: Exemple marcador propi app [8]	18
Figura 4: Ulleres realitat augmentada	18
Figura 5: Tauleta mostrant RA.....	19
Figura 6: Realitat augmentada espacial (SAR) [10]	20
Figura 7: Ulleres amb auriculars integrats.....	25
Figura 8: RV semi immersiva	26
Figura 9: Robot Da Vinci [25].....	27
Figura 10: Demostració RV proporcionada per empresa externa hospital	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 11: Topologia Malla.....	32
Figura 12: Topologia Estrella	32
Figura 13: Topologia bus	33
Figura 14: Topologia Anell	33
Figura 15: Topologia en arbre	34
Figura 16: Connexió bàsica funcionament	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 17: Esquema node central xarxa	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 18: Micròfon diadema i receptor [34].....	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 19: Altaveus BOSE [35]	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 20: Esquema xarxa entrada àudio	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 21: Esquema entrades visuals	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 22: Esquema entrades torres	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 23: Connector OpticalCON [36]	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 24: Esquema sortida audiovisual	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 25: Ulleres Magic Leap [37]	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 26: Arquitectura xarxa realitat virtual.....	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 27: Estructura quiròfan AutoCAD	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 28: Mobiliari quiròfan	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 29: Quiròfan renderitzat	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 30: Quiròfan amb monitors i equips	Error! No s'ha definit el marcador.
Figura 31: Vista cirurgiaà.....	Error! No s'ha definit el marcador.

LLISTAT DE TAULES:

Taula 1: Especificacions tècniques RA **Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 2: Diferències tipus de RV27

Taula 3: Especificacions xarxa RV **Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 4: Capes model OSI30

Taula 5: Capes model TCP31

Taula 6: Models dispositius Barco **Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 7: Models dispositius Extron **Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 8: Pressupost software i hardware realitat augmentada**Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 9: Pressupost prototip arquitectura realitat augmentada**Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 10: Pressupost prototip arquitectura realitat virtual**Error! No s'ha definit el marcador.**

Taula 11: Pressupost disseny i execució **Error! No s'ha definit el marcador.**

1.INTRODUCCIÓ:

La sostenibilitat del sistema sanitari està seriosament qüestionada pel gran increment de la factura sanitària, a la qual és difícil fer front en el context socioeconòmic actual.

Però lluny de ser un problema estàtic, és previsible que les despeses sanitàries continuïn augmentant en els propers anys.

L'oferta assistencial seguirà creixent promoguda pel desenvolupament científic i tecnològic, a la vegada, la demanda, lluny de disminuir, també seguirà creixent a l'anar lligada a unes expectatives de salut cada cop més exigents de la població actual. Tots els factors esmentats anteriorment conduiran a un gran increment de costos per les administracions.

Les previsions de despeses a mig-llarg termini són alarmants i això hauria de conduir-nos a un increment de la productivitat del sistema sanitari tenint en compte tots els factors involucrats.

Les intervencions quirúrgiques en els hospitals són una activitat crucial tant des del punt de vista social com econòmic. Per una banda, millora la salut i la qualitat de vida del pacient, mentre que per altra banda s'estima que genera al voltant del 70% dels ingressos, i representa entorn del 40% dels costos d'un hospital. La totalitat del procés quirúrgic abasta un circuit assistencial de complexitat elevada que no es limita a l'acte quirúrgic únicament, comença amb l'atenció a la consulta i indicació de la cirurgia, passant per l'avaluació i l'optimització preoperatoria del pacient i finalitza amb el seguiment postoperatori del pacient. [1]

El quiròfan és una sala condicionada per realitzar intervencions quirúrgiques, que pot consumir entre el 10-15 % del pressupost d'un hospital, sent la instal·lació més cara, i constituint un coll d'ampolla per la majoria d'hospitals. Per tant, la correcta gestió d'aquests quiròfans és un factor important en la gestió dels hospitals, ja que són un recurs limitat per la seva pròpia capacitat i pels recursos materials i humans necessaris per al seu correcte funcionament.

Donat l'elevat cost per hora de les sales quirúrgiques, estimat en el nostre hospital en 310,77 euros, s'ha utilitzat la variable 'temps' com la magnitud a optimitzar.

Els principals indicadors validats per mesurar l'eficiència entre el cost i el volum de treball estan relacionats amb la utilització dels quiròfans i les cancel·lacions.

Per tant, podríem aportar un estalvi substancial amb una planificació organitzada, tant en temps com en forma, considerant tots els factors contribuents que intervenen en aquesta.

La tecnologia que està revolucionant el mercat des de fa uns anys és la realitat augmentada (RA) i virtual (RV), una tecnologia que ens incorpora una versió millorada del món real amb l'ajuda d'elements virtuals afegits a aquest.

La incorporació de la RA i RV en un quiròfan dona una ajuda extra al cirurgià agilitzant intervencions molt costoses tant en hores com amb dificultat. Permetrà a tot el personal mèdic planificar la cirurgia mitjançant les proves diagnòstiques (ressonàncies, TAC, PET, radiografies, etc.) realitzades en el pacient prèviament [2].

La planificació de les intervencions es veurà millorada en decisions tant importants com la certesa de poder o no realitzar la intervenció (per inaccessibilitat al tumor per exemple), també decidir el camí a seguir des de la incisió fins a l'òrgan danyat augmentant en tot moment la seguretat i precisió de l'acte quirúrgic.

A més a més, disminuiria el valor econòmic de la cirurgia, ja que es disminuiria el temps de les intervencions, s'evitarien cirurgies innecessàries i la inversió inicial no és molt elevada.

A dia d'avui, 1471 quiròfans de tot el món estan digitalitzats, dels quals 661 són a Europa passant per davant a Amèrica del Nord que en té 523.

L'Hospital Jung-Stilling d'Alemanya assegura que després de la implantació de les tecnologies de RA i virtual, el temps quirúrgic global ha disminuït un 15%.

L'Institut d'Investigació Sanitaria Gregorio Marañón junt amb el departament d'Enginyeria Biomèdica de la Universitat Carlos III van participar en el projecte pioner a nivell mundial per implantar la RA combinada amb impressió 3D en l'àmbit mèdic. És sabia que a aquestes dues tecnologies ja s'havien utilitzat en quiròfan però no simultàniament.

Van dissenyar unes ulleres de RA que en enfocar-les a la zona del pacient que s'havia d'operar mostraven totes les dades en temps real des de la informació del pacient (edat, al·lèrgies, patologies) fins a projectar hologrames de les imatges DICOM.

El 2015, l'Hospital Gregorio Marañón va poder implantar aquesta tecnologia pionera. Van combinar el ús de ulleres de RA amb sistemes d'impressió 3D personalitzada demostrant que l'aplicació d'una cirurgia "low cost" millorava la precisió de les intervencions amb un marge d'error submilimètric [3].

Vicenzo Ferrari, enginyer biomèdic de la Universitat de Pisa, va coordinar el projecte Vostars el 2019. Aquest projecte està investigant un sistema de RA que guiarà la mà del cirurgià durant els punts és complicats de la intervenció, el visor superposarà les imatges de raigs X del pacient en 3D alineades amb el cos del pacient. És a dir, tindrà en la seva línia de visió tots els paràmetres útils del pacient sense apartar la mirada de la intervenció.

EL projecte Vostars assegura que la implantació del seu visor reduirà el temps de cirurgia al menys en un 11% i millorarà la precisió del metge. Està previst posar a prova el projecte el 2022.[4]

Al 2021, la Unitat Docent de la UAB de Germans Tries, després de la adaptació de les classes per motiu de la pandèmia mundial, va impulsar la formació a quiròfan amb RA. Solució pionera a nivell autonòmic i estatal, mitjançant unes ulleres amb una càmera incorporada, el cirurgià podia retransmetre en directe la operació permeten als estudiants introduir-se en un cas pràctic d'una manera molt més propera i real.[5]

A l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona, seguint la tendència d'altres hospitals espanyols i d'arreu del món, ens plantegem implantar un sistema de RA i RV que faciliti i millori la programació quirúrgica acotant els temps necessaris per intervencions, determinar si aquestes són factibles o no, agilitzar les llistes d'espera i millorar la docència de nous sanitaris.

2. OBJECTIUS:

Per començar, i un cop definida l'evidència de la importància de la planificació quirúrgica, cal saber d'on partim, quines xarxes abasteixen l'hospital, i les necessitats per la implantació de la RA en els dos quiròfans nous.

Per tot el que ha estat exposat anteriorment i tenint en compte tant d'altres treballs publicats com l'impacte no sols sobre la salut sinó també sobre l'economia, que la implantació d'aquesta nova tecnologia pot tenir en l'entorn quirúrgic, es plantejen els següents objectius:

Objectius principals

- Disseny de l'arquitectura de la xarxa de comunicacions necessària per abastir dos quiròfans on s'implantarà la RV i la RA per la planificació quirúrgica a l'Hospital Joan XXIII de Tarragona.
- Disseny 3D de les sales quirúrgiques on s'implantarà la RA.

Objectius específics

- Recerca i estudi de les tecnologies de RA i RV.
- Construir una xarxa LAN segura amb la configuració d'equips convenient per poder gestionar informació confidencial dels pacients i no ser vulnerable a qualsevol atac que es generi per robar o modificar informació d'aquest.
- Realitzar un estudi de mercat per definir l'impacte econòmic que la incorporació d'aquestes tecnologies tindria sobre l'hospital universitari.
- Abastir els quiròfans amb equipament específic (altaveus, càmeres, micròfons) per poder realitzar videoconferències destinades tant a la formació de nous membres de l'equip com a consultes amb metges d'altres localitats.

3. PLANIFICACIÓ QUIRÚRGICA

Els quiròfans són unitats que demanden una gran interacció logística. Perquè es realitzi una cirurgia es requereix que cinc elements conflueixin en el lloc i temps establerts: el quiròfan, el pacient, el personal sanitari, el material i els equips electrònics quirúrgics. Si qualsevol d'aquests cinc elements no es troba o falla, impedirà la realització de la cirurgia; el quiròfan estarà inactiu i tot el sistema provocarà un augment de costos i pèrdua de temps. [6]

En aquest context, la planificació de totes les activitats programades és essencial per permetre la fluïdesa d'aquests cinc elements en el lloc i temps establerts.

Per tant, podem dir que la planificació quirúrgica és un procés de presa de decisions utilitzat en un hospital, tant en l'àmbit d'hospital com en l'àmbit d'unitat quirúrgica. En el que respecta a la Direcció de l'hospital, fa referència a com distribuir el temps de quiròfan disponible entre les diverses unitats quirúrgiques, és a dir, quan i en quina quantitat les unitats disposaran de quiròfans per dur a terme les intervencions que tenen assignades. I en el que respecta a la unitat, fa referència a com distribuir el temps

assignat per la Direcció de l'hospital, a més d'assignar a cada pacient una data per la realització de la intervenció.

La planificació quirúrgica pot estructurar-se en tres fases [7]:

- *Session Planning Problem (SPP)*, les hores de quiròfan disponibles són assignades a les diferents unitats quirúrgiques de l'hospital.
- *Master Surgical Schedule (MSS)*, engloba l'assignació dels torns de quiròfan entre les diferents unitats quirúrgiques.
- *Elective Case Scheduling (ECS)*, els pacients amb llista d'espera en cada unitat quirúrgica son assignats als torns de quiròfans que li han sigut assignats en la fase MSS.

El bon funcionament de la programació d'aquestes fases s'ha plantejat com una de les alternatives útils per abordar el problema de la reducció del temps d'intervencions quirúrgiques i la maximització de l'ús de quiròfan.

Així doncs, després d'un acurat estudi realitzat pel personal de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona, es va decidir implantar alguna tecnologia que permetés la millora de la planificació quirúrgica.

És va optar finalment, per la implantació de realitat augmentada (RA) i realitat virtual (RV), explicades a continuació.

4. REALITAT AUGMENTADA:

Segons l'enciclopèdia del llibre, podem dir que la RA és el terme utilitzat per descriure el conjunt de tecnologies que permeten que un usuari visualitzi part del món real a través d'un dispositiu tecnològic amb informació gràfica afegida per aquest. El dispositiu, o un conjunt d'aquests, aconsegueix afegir informació virtual a la informació física ja existent, és a dir, una part virtual apareix a la realitat. A més, aquesta informació afegida pot convertir-se en interactiva, es pot emmagatzemar i recuperar amb facilitat.

El requisit indispensable que ha de complir qualsevol aplicació de RA ha de ser la combinació d'informació virtual i real que permeti a l'usuari interactuar en temps real. I aquesta ha d'estar composta per quatre elements bàsics [8]:

- Processador: Interpreta la informació real rebuda i la integra al virtual.

- **Monitor:** Dispositiu de reproducció d'imatges creades pel software (processador) i del model 3D que crea la RA
- **Mecanisme de reconeixement visual:** Captura i transmet la informació del món real al processador del sistema. (Ex.: Tauleta, smartphone, ordinador portàtil amb web cam)
- **Element Activador:** Conegut també com a "trigger" o disparador. Element que activa el procés mitjançant brúixola, GPS o codi QR que proporcionen la posició on generar la RA.

Més detalladament, el mecanisme de reconeixement visual capta l'escena i l'activador s'encarrega de sobreposar la informació digital sobre l'escena real. El resultat de la unió d'aquestes dues escenes, la podem observar de forma visual, en dues dimensions tot i que és possible simular-la en sensació de tridimensionalitat superposant dues imatges 2D amb diferents angles.

4.1 TIPUS DE REALITAT AUGMENTADA:

Existeixen 2 tipus de RA que es diferencien depenent de l'activador que utilitzen. Aquests tipus són: realitat augmentada geolocalitzada i realitat augmentada basada en marcadors.

4.1.1 Realitat augmentada geolocalitzada:

Aquest tipus de realitat permet la seva activació mitjançant paràmetres de posició detectats pels sensors del propi dispositiu, com:

- **GPS:** Ens proporciona la ubicació exacta del dispositiu mitjançant coordenades.
- **Brúixola:** Indica l'orientació (direcció) en la que enfoca la càmera del dispositiu.
- **Acceleròmetre:** Indica l'orientació i l'angle en la que enfoca la càmera del dispositiu.



Figura 1: Exemple RA amb acceleròmetre [9]

4.1.2 Realitat augmentada basada en marcadors:

La RA basada en marcadors, tal com es seu nom indica, utilitza els marcadors com a activadors de la tecnologia. Actualment es coneixen tres tipus [10]:

- **Codi QR:** Tipus de codi de barres bidimensionals amb la informació codificada dins d'un quadrat en blanc i negre. A través d'aquest codi podem emmagatzemar informació de tipus URL, text, correu electrònic, xarxes socials, arxius d'àudio, wifi, imatges, etc.



Figura 2: Exemple codi QR

- **Markerless NFT:** Utilitzem com a activadors objectes reals o imatges d'aquests.
- **Marcadors:** Codi semblant al QR, però únicament poden ser identificats per l'aplicació per la qual han sigut dissenyats.



Figura 3: Exemple marcador propi app [11]

4.2 DISPOSITIUS DE VISUALITZACIÓ:

Tal com hem dit abans, per visualitzar la implantació de la informació digital sobre la informació real disposem de tècniques de visualització que es classifiquen en [12]:

4.2.1 Display de cap

Utilitzem una pantalla instal·lada al cap de l'usuari (HMD Head-Mounted Display) que mostra objectes virtuals sobre la vista del món físic actual.

Majoritàriament són dispositius òptics que permeten a l'usuari visualitzar la RA a través d'ulleres que incorporen les imatges del lloc on es troba l'usuari sense processar a través d'aquest dispositiu.



Figura 4: Ulleres realitat augmentada

Actualment, diverses empreses líders en el mercat com *Google*, *Apple* o *Epson* estan treient les seves pròpies ulleres.

4.2.2 Display de mà

Dispositius que incorporen una petita pantalla i que caben a la mà de l'usuari, com podria ser un *smartphone* o una *tablet*.

A més a més, també han d'incorporar una càmera per enregistrar el vídeo on se superposarà la informació gràfica en temps real sense la necessitat d'emmagatzemar els enregistraments de la càmera.

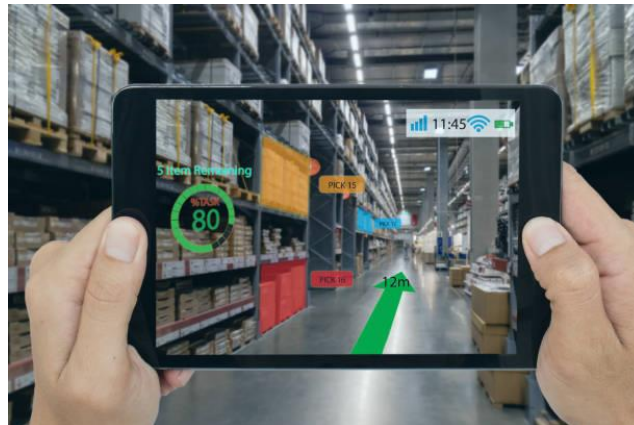


Figura 5: Tauleta mostrant RA

Actualment, és el dispositiu que promet ser l'èxit comercial sobre aquest tipus de tecnologies, ja que la majoria de la població pot adquirir aquest tipus de dispositiu i també pel caràcter portàtil que posseeixen.

4.2.3 Display espacial

S'utilitzen sistemes de projecció que permeten mostrar la informació gràfica de la Realitat Augmentada espacial (SAR) sobre objectes físics, és a dir, sobre la pell, una paret, una finestra.

La principal diferència sobre les altres deus tècniques, és que la pantalla està distanciada de l'usuari permetent que més d'un usuari pugui visualitzar la SAR i facilitar el treball en grup.

A més, es poden incorporar més projectors per ampliar l'àrea de visualització i el nombre de superfícies virtuals creant una realitat amb característiques de volum molt similars als objectes reals, molt útil en activitats de disseny.



Figura 6: Realitat augmentada espacial (SAR) [13]

4.3 SOFTWARE:

Tal com hem dit abans, sense el software cap dispositiu podria generar la superposició de la informació real i la virtual. Actualment, degut a l'increment d'atenció sobre aquestes tecnologies, s'estan incorporant una gran varietat de softwares al mercat , però els que més destaquen són [14]:

4.3.1 ARToolKit

Kit d'eines de software amb un codi font obert que implica un accés lliure a la biblioteca. Ens permet fer un seguiment previ de marcadors d'objectes coneguts mitjançant un dispositiu amb càmera mòbil i reproduir la seva localització al dispositiu de visualització escollit. És a dir, utilitza capacitats de seguiment de vídeo per calcular en temps real, la posició i l'orientació en què es troba la càmera [15].

Aquest software és gratuït i compatible amb diferents plataformes com seria Windows, Linux, Android, IOS, Mac OS X i SGI.

4.3.2 ATOMIC Web Authoring Tool

Eina que ens permet la creació d'aplicacions de RA sense la necessitat de coneixements en programació. Compta amb la característica de codi obert, que permet modificar amb facilitat sense un grau elevat de coneixements tècnics dins de qualsevol lloc web [16].

És també, multiplataforma, tant pot ser utilitzada per sistemes operatius Microsoft Windows i Ubuntu .

4.3.3 Blender

Software de creació 3D de codi obert, lliure i gratuït. Compta amb eines de modelatge, manipulació, animació, simulació, renderització, composició i seguiment de vídeo, edició de vídeo i canalització d'animació 2D. [17]

És multiplataforma i utilitza llenguatge Python, C i C++.[18]

4.3.4 HP-Reveal

Plataforma web en línia, anteriorment nomenada Aurasma, permet crear contingut d'una forma molt intuïtiva, a més consta de continguts focalitzats a usuaris específics a través d'eines sofisticades [19].

Compta amb una aplicació per IOS i Android.

4.3.5 D.A.R.T (Designer's Augmented Reality Toolkit)

Sistema de programació que permet als dissenyadors visualitzar la barreja entre objectes reals i virtuals mitjançant eines per crear jocs, simulacions i aplicacions multimèdia que permeten coordinar objectes en 3D, vídeo i so [19].

4.4 REALITAT AUGMENTADA AL HOSPITAL JOAN XXIII:

*La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de
confidencialitat*

5. REALITAT VIRTUAL:

A diferència de la RA, la RV és un entorn d'escenes que ens permet sentir-nos immersos dins del món fictici que és capaç de crear aquesta tecnologia informàtica. Aquest entorn és accessible mitjançant dispositius com ulleres o cascs de RV [20].

Actualment, l'aplicació més comuna d'aquest tipus de realitat és la capacitat de submergir-nos en videojocs, tant lúdics com didàctics, per aprendre a realitzar qualsevol mena d'operació quirúrgica mèdica, millorar tècniques d'entrenament físic o simplement sentir-nos en la pell del protagonista d'un videojoc.

Segons dades de la IDC Research (2021), aquest tipus de tecnologies són les que tenen una major projecció de creixement. S'estima que la inversió tant en RA com RV serà

d'uns 72,8 milions de dòlars el 2024, sent el novembre de 2020 d'uns 12 milions de dòlars, és a dir, augmentaran un 54,0 % les inversions [21].

Si parlem del funcionament d'aquests dispositius, sabem que n'hi ha pocs que funcionin de forma autònoma, és a dir, necessiten un altre dispositiu que connectat a les ulleres o casc de RV permetin reproduir el món virtual.

El hardware i el software són els elements, que en concordança, permeten l'execució de la RV. El hardware és el motor d'aquesta tecnologia, és a dir, és la base de dades que emmagatzema tots els objectes i les seves propietats; el software s'encarrega de processar i crear el món virtual.

5.1 SOFTWARE

Amb motiu de la implantació de la RV cada vegada en més àmbits del món, el ventall de programaris (*software*) per desenvolupar i utilitzar sistemes de RV està en alça.

Actualment, podem classificar tots el software en dos subgrups: Toolkits i sistemes de creació personalitzada.

El primer subgrup inclou programari específic per a l'ús de biblioteques que permeten a un programador expert crear una aplicació de RV mitjançant la introducció d'un conjunt de funcions (Toolkits).

El segon subgrup, són uns programes senzills creats sense una programació complexa, però amb l'ús d'interfície gràfica.

Aquests programaris han d'incloure eines de modelatge 3D, programari de gràfics 2D, programari d'edició de so digital i programari de simulació.

A continuació, hi ha una petita mostra dels programes més utilitzats per cada tipus d'eina esmentada anteriorment [22].

5.1.1 Modelatge 3D:

Aplicació que permet plasmar imatges d'objectes i/o espais en 3D mitjançant un ordinador per posteriorment crear les geometries d'aquests objectes en entorns de RV.

- 3Ds Max: Principalment usat per crear efectes visuals especials per a pel·lícules, gràfics per a videojocs i dissenys d'arquitectura. Permet regular la profunditat de camp facilitant les tècniques de renderització. Utilitza software de pagament i està disponible tant en sistemes operatius Windows i Mac OS.
- OpenSCAD: Aplicació de software lliure per la creació d'objectes sòlids CAD (per a impressió 3D). No és un modelador interactiu, sinó un compilador basat en llenguatge de descripció textual.
- GL Studio: Té tant funcions mitjançant programació de codi font amb llenguatge C++ per professionals, com funcions senzilles a través de la interfície d'usuari per principiants.
- AutoCAD: Eina altament versàtil gràcies a l'àmplia gamma de funcions útils tant per automatitzar dissenys, crear llibreries de peces completes, plànols de delineació i tot mena d'eines per arquitectes. No disposa d'eines de renderització d'interiors (tècnica per afegir textures als materials).
- Maya: Software de pagament que permet fer animació, modelatge, simulació i renderització en 3D tant d'escenes, objectes, personatges o efectes realistes. És multiplataforma (Mac OS, Windows i Linux).

5.1.2 Programari de gràfics 2D:

Eines útils per crear imatges, diagrames/dibuixos d'instal·lacions elèctriques, electròniques i de fontaneria com mapes topogràfics. Relacionat amb la RV, s'utilitza per integrar els components en el món virtual i el comportament dels objectes integrats.

- Gimp: Editor gratuït amb codi font lliure d'imatges bitmap. Molt útil per canviar els formats de les imatges i dibuixar a l'ordinador.
- Adobe PhotoShop: Programa més professional en l'àmbit d'edició o dibuix d'imatge del mercat actual, però necessita una formació prèvia per la complexitat d'ús. Està disponible tant per dispositius Windows com Mac OS.
- Autodesk SketchBook: Programari de dibuix digital versàtil i potent. De molt fàcil ús i que permet obrir arxius PSD (format photoshop) sense editar les capes.

5.1.3 Edició de so digital:

Programari d'edició de so utilitzat per editar i barrejar sons en entorns de RV amb altres objectes disponibles en el mateix entorn.

Alguns dels programes més coneguts i utilitzats són: Audacity, Logic Pro X, Adobe Audition, FL Studio, Reaper, Ableton Live, Cubase i Personus Studio One.

5.1.4 Simulació:

La simulació és la part de la RV que permet a l'usuari interaccionar dins del món virtual creat en 3D. Dos dels programaris més habituals són [23]:

- Assima's Authoring Tool: Aquest tipus de programari ens permet crear simulacions totalment interactives en un temps rècord. També podem editar i replicar objectes directament des de la pantalla principal sense la necessitat d'un altre programa.
- OpenSim: Simulació de mons virtuals en 3D mitjançant codi font amb C o JavaScript que permet afegir avatars i construir diversos nivells amb un resultat quasi idèntic al real.

5.2 HARDWARE

El hardware està format pels dispositius de visualització i interacció. Aquests tenen com a funció principal enviar i rebre els senyals de l'usuari, però també s'encarreguen d'estimular l'usuari mitjançant senyals sensorials que l'introduiran encara més dins del món virtual.

Dintre del mercat actual podem trobar tres tipus de maquinari [24]:

- PC: El dispositiu (ulleres) funciona utilitzant tot el potencial que té el PC al qual està connectat. És el que millors resultats dona i per tant les que obtenen millor puntuació dins del mercat.
- Smartphone: El dispositiu (ulleres) utilitza el telèfon com a CPU (Central processing unit) i com a dispositiu de visualització. Les ulleres tenen incorporades unes lents bifocals que produeixen una visió estereoscòpica de la pantalla del telèfon mòbil.
- Estació de treball exclusiva: El dispositiu de visualització està connectat a una estació creada exclusivament per la utilització de la RV.

Aquests tipus de hardware estan complementats amb algun dispositiu que ajudi a aguditzar la immersió a la RV mitjançant informació auditiva o tàctil (en pocs casos).

Si ens centrem en els dispositius amb capacitats auditives elevades, poden aconseguir dos tipus de resultats:

- So 3D immersiu: Qualitat auditiva quasi idèntica a la humana, obtenint el so de l'objecte que l'emet i coherent amb la distància a la qual està del receptor. A més del soroll de fons també afegit [25].
- So realista: Reproducció de soroll de fons mitjançant gravacions d'arxiu i tenint en compte la localització de l'usuari obtinguda amb sensors, a més de la direcció d'on ve el so.



Figura 7: Ulleres amb auriculars integrats

5.3 TIPUS DE REALITAT VIRTUAL:

La RV es pot classificar en funció del grau d'immersió o el tipus de hardware utilitzat. Seguidament s'expliquen detalladament cadascun dels tipus [26].

- RV no immersiva: L'usuari és conscient que es tracta d'una realitat simulada, ja que no s'utilitzen ulleres 3D, la simulació la trobem en la mateixa pantalla de l'ordinador. Utilitza sons envoltants reproduïts en auriculars per aconseguir estimular els sentits. És la més comuna, ja que la trobem als videojocs.
- RV semi immersiva: Es simula l'entorn del món real que volem representar amb elements físics alhora que elements virtuals creant una realitat mixta. En seria un exemple les cabines de simulació de vol que utilitzen per a l'aprenentatge dels pilots.



Figura 8: RV semi immersiva

- RV immersiva: S'incorporen sensors al cos de l'usuari per poder plasmar els moviments d'aquest amb màxima exactitud. S'abasteix d'un potent ordinador per detectar els moviments i plasmar-los en la realitat 3D, a més d'un dispositiu de visualització (ulleres o casc). Ofereix un grau elevat d'immersió i l'usuari se sent dins del món virtual.
- RV amb telepresència: Aquest tipus de sistemes ens permet controlar robots o dispositius intel·ligents a distància, és a dir, ubicats en localitats remotes a través de càmeres, sensors, micròfons i joysticks connectats al sistema de control remot. Un exemple molt clar, seria el robot quirúrgic da Vinci, on es controlen tots els moviments del robot a través d'una consola ubicada en la mateixa sala que el robot, però amb una distància que permet el moviment entre el robot i el pacient [27].



Figura 9: Robot Da Vinci [28]

En la següent taula podem veure les diferències principals entre els tres tipus de sistemes de RV:

	Immersiva	Semi-immersiva	No-immersiva	Telepresència
Resolució	Alta	Alta	Mitja - baixa	Alta
Sensació d'immersió	Alta	Mitja - alta	Baixa	Mitja
Interacció	Alta	Mitja	Baixa	Alta

Taula 1: Diferències tipus de RV

5.4 REALITAT VIRTUAL AL HOSPITAL JOAN XXIII:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

6. IMPLANTACIÓ DE LA RA I RV:

L'aplicació de la RA i la RV en el sector de la sanitat sembla evident, ja que podem millorar molts àmbits amb carències.

Actualment, els quiròfans solen estar plens de dispositius independents, sistemes complementaris i monitors, tots ells amb les seves pròpies interfícies de visualització de

dades. El personal del centre ha d'invertir una gran quantitat de temps connectant manualment cada dispositiu.

La implantació de la RA permetrà amb una única xarxa obtenir una visió general de tota la informació disponible del pacient.

Tenint en compte que la majoria de companyies actualment utilitzen xarxes internes pròpies, no hi ha molta documentació pública per evitar situacions de plagi i aconseguir exclusivitat en els seus dissenys. Però tot i això, sí que hi ha uns ítems bàsics a seguir si volem un funcionament òptim i competent al mercat:

- Utilitzar una tecnologia com seria la fibra òptica per connectar els equips que monitoritzen al pacient, ja que permet un rang alt d'ample de banda i compta amb una latència molt baixa (terme important en àmbit sanitari) per transferir les dades. També útil si s'han d'afegir serveis de videoconferència.
- Prioritzar el tràfic dels paquets de la nostra xarxa sobre els altres de la xarxa de l'Hospital. No es pot permetre cap tipus de desconnexió del pacient pel fet que la xarxa estigui saturada.
- Configurar tallafocs que filtrin les dades per donar seguretat a la xarxa i a la informació dels pacients.
- Utilitzar xarxes privades LAN de difícil accés per altres individus del centre, per tal d'evitar retards o alentiments de la xarxa.

A més a més, s'ha de poder controlar la major part de la instal·lació des de l'exterior del quiròfan, ja que si en un moment puntual, alguna part fallés, sigui de fàcil accés pels tècnics (sabent que un quiròfan és un ambient estèril i hi ha uns requeriments per entrar-hi).

També, ha d'intentar-se ocupar el mínim espai de la sala quirúrgica i comprimir la taula de connectivitats d'equips en el mateix lloc (preferiblement prop de la taula operatòria). Acomodant l'accés a tots els equips pel personal de quiròfan i minimitzant el material utilitzat en la instal·lació.

6.2 TENDÈNCIES ACTUALS EN EL DISSENY DE XARXES DE TELECOMUNICACIÓ PER A QUIRÒFANS QUE INCLOGUIN RA I RV:

Avui en dia, el disseny d'entorns informàtics per suportar aquestes tecnologies segueixen les directives de "Integrating the Healthcare Enterprise" (IHE) que opten per millorar la comunicació entre els sistemes d'informació.

Es defineixen uns perfils d'integració seguint estàndards ja existents en entorns mèdics com llistes de treball DICOM i missatges HL7 per aconseguir una millor interoperabilitat entre dispositius de diferents fabricants.

No deixant de banda la seguretat del sistema, l'encriptat més utilitzat és el HTTPS que permet la transferència segura de dades d'hipertext, però el protocol TLS s'està guanyant cada vegada més un lloc en el mercat, ja que aquest tipus de xarxes estan en una única ubicació, és a dir, no han de ser compartides per més xarxes i espais que les que han estat configurades inicialment.

El cablejat per transferir totes les dades és una de les parts més importants de la xarxa, ja que si no podem transferir amb qualitat i sense retard les dades no ens serveix de res agrupar totes les imatges DICOM en una interfície.

Ara per ara, el líder en el mercat és la fibra òptica, que ens permet la transmissió de dades a una gran velocitat i conservant la qualitat de la imatge (des de resolució HD fins a 8k). A més, permet crear una xarxa 100% digital amb un índex mínim d'error durant la transmissió.

L'amplada de banda d'aquesta assegura la transmissió de grans volums de dades i a més no és afectada per les interferències electromagnètiques, ja que el senyal que utilitza no és elèctric sinó pulsacions de llum.

Per últim cal destacar que la tecnologia està en constant evolució i en qüestió de mesos poden canviar completament les tendències per la incorporació de noves tecnologies o la millora de les ja existents.

7. ARQUITECTURA DE LA XARXA DE TELECOMUNICACIONS:

Abans de començar a dissenyar l'arquitectura de la xarxa de telecomunicacions hem de saber que les xarxes de telecomunicacions, són, segons l'enciclopèdia del llibre, "un conjunt de mitjans, tecnologies, protocols i facilitats en general, necessaris per a

l'intercanvi d'informació i arxius entre els usuaris d'una xarxa a distància". Per tant, entenem que abasteixen la comunicació bàsica entre nodes per transferir la informació.

Un cop clar el concepte de xarxa de telecomunicacions, haurem de definir les característiques i propietats de la nostra xarxa seguint el model de referència OSI (*Open Systems Interconnection*).

Aquest model estàndard descriu set capes amb les seves pròpies funcions que intenten simplificar la complexitat de la xarxa a més de ser un model de referència pels protocols d'intercomunicació [29].

La següent taula mostra les 7 capes anteriorment mencionades i una breu descripció [30][31].

NOM	Descripció
Capa 7: Aplicació	Gestiona la comunicació amb el programari
Capa 6: Presentació	S'assegura que la informació es transfereixi al sistema receptor de manera comprensible pel sistema, és a dir, tradueix les dades.
Capa 5: Sessió	Gestiona les connexions i terminacions entre els sistemes de la xarxa per sincronitzar l'intercanvi de dades.
Capa 4: Transport	Gestiona la transferència de dades i comprova que s'enviïn de manera idèntica
Capa 3: Xarxa	Gestiona la direcció de transferència de dades entre xarxes (taula de ruta).
Capa 2: Enllaç de dades	Trànsit de dades segur i sense errors.
Capa 1: Física	Defineix les característiques tan mecàniques, elèctriques i funcionals relacionats amb l'enllaç físic entre sistemes finals.

Taula 2: Capes model OSI

Les capes del model OSI han de ser implementades a cada node de la xarxa i seguir el conjunt de protocols TCP/IP que permetrà l'enviament de paquets.

El *Protocol de control de transmissió/ Protocol Internet* ens permet transmetre i rebre informació independentment de la condició de qualsevol node o xarxa particular. Consta de quatre capes: capa d'aplicació, capa de transport, capa d'Internet i capa d'accés a la xarxa. Aquestes capes comparteixen el nom amb les capes del model OSI, però és important no confondre-les [30].

NOM	DESCRIPCIÓ
Capa 4: Aplicació	Agrupa tots els aspectes relacionats amb les aplicacions i comprova el correcte empaquetament de les dades per la següent capa.

Capa 3: Transport	Commutació de paquets per comprovar que existeix una connexió lògica per un determinat període.
Capa 2: Internet	Enviar els paquets sense importar la ruta i les xarxes que utilitzen.
Capa 1: Accés xarxa	S'encarrega de tots medis relacionats amb un paquet IP per crear l'enllaç físic.

Taula 3: Capes model TCP

El coneixement d'aquests dos models, ens permetrà dissenyar una xarxa ben estructurada, segura i eficient.

A més a més, amb els conceptes adquirits durant la carrera, sabem que existeixen diferents tipus de xarxes classificades segons els següents criteris: en funció de l'abast (grandària), en funció del flux d'informació i en funció del tipus d'usuari [32].

En funció de l'abast, és a dir, el rang de cobertura al que poden arribar trobem:

- Xarxes d'àrea extensa (WAN): Uneix diverses xarxes locals (LAN)
- Xarxes d'àrea metropolitana (MAN): Cobreix un rang de 5 a 50 km de diàmetre
- Xarxes d'àrea local (LAN): Abasteix una àrea reduïda com seria una casa, un despatx o un edifici.
- Xarxes virtuals privades (VPN): Crea una connexió segura a una xarxa local encara que aquesta no estigui protegida.

En funció del flux d'informació intercanviada existeixen dos tipus:

- Xarxes de commutació: Existeixen diversos mitjans de transmissió que envien la informació a través dels canals que uneixen els nodes.
- Xarxes de difusió: Existeix un únic mitjà de transmissió (punt central), compartit per tots els equips. Un exemple seria la televisió.

I per últim, en funció del tipus d'usuari hi ha:

- Xarxes públiques: Accessible per a tots els usuaris amb disponibilitat de mitjans tècnics.
- Xarxes privades: Ofereixen servei dedicat i orientat exclusivament a aplicacions particulars.

Així doncs, en l'àmbit hospitalari s'utilitzarà una LAN que abasteixi la zona dels quiròfans (no més de 30 metres de distància), el flux d'informació serà transmès per difusió i serà una xarxa privada amb un control exhaustiu de la seguretat d'aquesta.

Per implantar el disseny de la xarxa, haurem de definir també quina serà la disposició en la qual estan connectats els equips de la xarxa. Actualment, les topologies més típiques són les cinc següents [33]:

- Configuració en malla: Cada equip està interconnectat amb els nodes de la xarxa. Facilitant la tramesa d'informació per la ruta més adient. En el cas que algun dels nodes fos interromput, la xarxa podria continuar funcionant utilitzant una altra ruta.

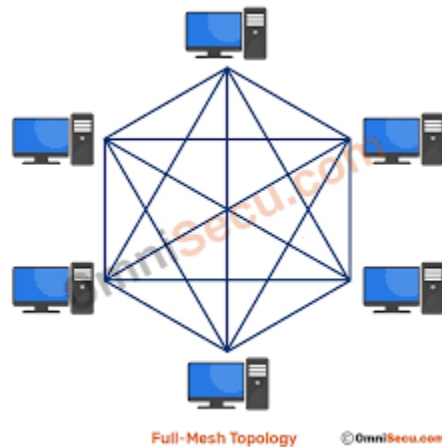


Figura 10: Topologia Malla

- Configuració en estrella: Tots els equips estan connectats a un node central que facilita el control d'accés a la xarxa. Si falla el node central, falla la xarxa completa.

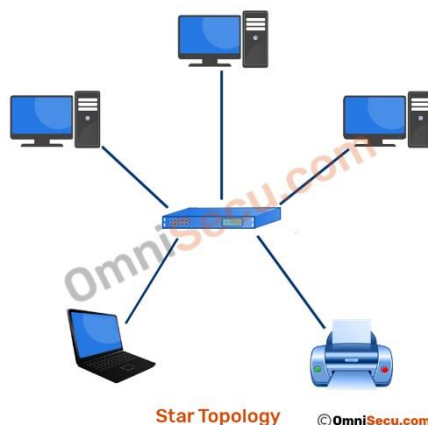


Figura 11: Topologia Estrella

- Configuració en bus: Cada equip està connectat a un mitjà de transmissió compartit (bus). Tots els dispositius comparteixen el mateix canal per comunicar-

se, per tant reben tota la informació, però accepten únicament la que va dirigida a ells.

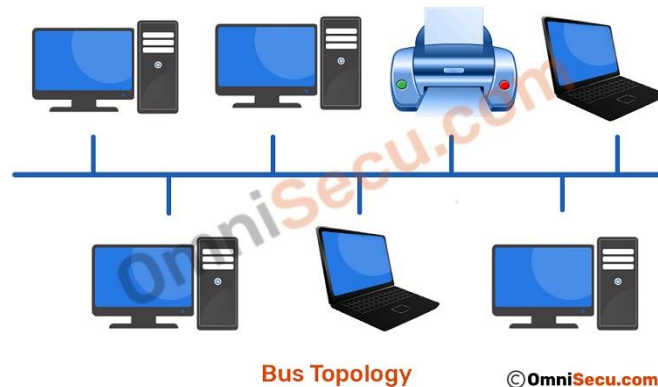


Figura 12: Topologia bus

- Configuració en anell: Els equips disposen d'una connexió de sortida i una d'entrada únicament. Aquests es connecten l'un amb l'altre (unidireccionalment) formant una cadena on l'últim es connectarà amb el primer. Si algun equip fallés, la xarxa continuaria funcionant amb normalitat gràcies a la commutació dels dispositius, és a dir, escollint la ruta alternativa.



Figura 13: Topologia Anell

- Configuració en arbre: Un node central estableix les ramificacions amb els altres nodes o bé una combinació de diverses configuracions en estrella. En el cas de falla d'algun node superior, tots els seus inferiors fallaran també.

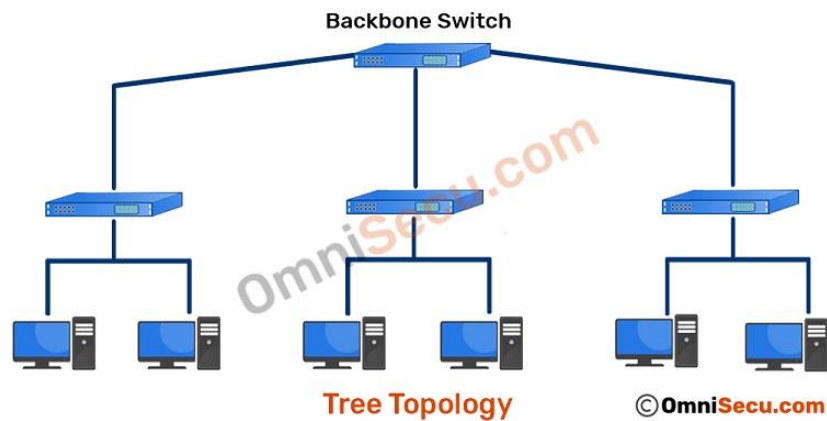


Figura 14: Topologia en arbre

Existeixen altres tipus de configuracions, com la de clúster, línia o no estructurada. Tanmateix, pel projecte que estem estudiant hem decidit centrar-nos únicament amb les anteriors ja que són les més usades i algunes de les que utilitzarem per la implantació de les dues tecnologies.

En el cas de la xarxa per a la RA, com únicament té un node central que controla l'accés de la resta de dispositius, utilitzarem la topologia d'estrella. En canvi, per a la RV tots els dispositius estan connectats al mateix mitjà de transmissió, la xarxa de l'Hospital, per tant, utilitzarem la topologia bus.

7.1 ARQUITECTURA PER LA REALITAT AUGMENTADA:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

7.1.1 Dispositius creació de contingut (entrada) :

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

7.1.2 Dispositius de sortida de contingut:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

7.2 ARQUITECTURA REALITAT VIRTUAL:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

7.3 ELECCIÓ DELS MODELS DE DISPOSITIUS:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

8. QUIRÒFAN 3D:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

9. PRESSUPOST I/O ANÀLISI ECONÒMIC:

La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de confidencialitat

10. CONCLUSIONS I LÍNIES FUTURES:

10.1 Conclusions

Arribats al punt final del meu treball final de grau, podem afirmar que s'han assolit satisfactòriament els objectius plantejats a l'inici d'aquest projecte. En primer lloc, es va plantejar realitzar una recerca i estudi de les dues tecnologies de RA i RV que ens ha aportat els coneixements necessaris per afrontar el disseny de les xarxes que abastessin aquestes tecnologies.

El desenvolupament del segon objectiu, el disseny de les xarxes, ha desencadenat un autoaprenentatge important en camps com la informàtica i les telecomunicacions. Durant els quatre anys de carrera s'ha impartit la base i els conceptes clau sobre aquestes branques, per tant, ha sigut un bon punt on créixer i desenvolupar-me.

Un cop dissenyada l'arquitectura de la xarxa, es van escollir els equips adequats pel nostre prototip, tenint en compte tots els protocols i requisits indispensables sobre equips implantats en sales quirúrgiques i tractament d'informació confidencial del pacient.

Cal destacar que a l'estar fent el treball en una institució sanitària, l'accés als protocols i el coneixement de tots els barems que havia de complir la xarxa, va ser més fàcil. També la cerca de les marques comercials, ja que havia d'escollir dins una llista de les més utilitzades en l'hospital i no de totes les que existeixen actualment al mercat.

Tanmateix, en la meua etapa acadèmica he après que el que més t'ajuda a entendre i tenir clars els conceptes és la pràctica i per aquest motiu no podia faltar en el meu projecte una part enfocada a la simulació per a formació de nous professionals.

Així doncs, s'han abastit els dos quiròfans amb càmeres, altaveus i micròfons que permetran en tot moment tant enregistrar les intervencions com donar als estudiants la possibilitat de veure-les en directe i interaccionar amb els cirurgians.

Per últim, he intentat plasmar el prototip de la xarxa en una representació en 3D dels quiròfans reals de l'hospital Universitari Joan XXIII. El disseny en 3D és un àmbit que no hem tocat durant la carrera, però que em sembla d'allò més interessant i portava ja temps aprenent pel meu compte. Finalment a base de moltes hores, d'ajuda i molta pràctica he aconseguit un quiròfan gairebé idèntic al qual està enfocada aquest projecte.

Per acabar, podem dir que en aquest projecte s'exposa una solució al servei demandat des de l'hospital.

10.2 Línies futures:

L'estudi de la viabilitat del projecte el podem dividir en dos grans àmbits: la viabilitat tècnica i la viabilitat econòmica.

Si ens centrem en la viabilitat tècnica, es pot dir que hem aconseguit una xarxa que en implementar-se funcionaria de manera òptima i per tant, compliria el seu objectiu.

Aquesta xarxa està implementada amb les millors tecnologies i equips del moment, el que la fa un prototip molt atractiu, però que al seu temps encareix molt el pressupost.

Per aquest motiu, la viabilitat econòmica del projecte no és l'adequada pel nostre centre. L'hospital Universitari Joan XXIII és una institució pública i no compta amb un alt capital d'inversió. S'hauria d'intentar restringir el pressupost al mínim possible. Tenint en compte que és un projecte de màxims, no seria molt complicat.

A més a més, és un hospital amb certa antiguitat (54 anys) i en conseqüència, la majoria d'equips també estan en declivi. Tenint en compte l'obsolescència de la majoria d'equips

tant a nivell econòmic com tècnic, aquest hospital no es pot permetre invertir una gran part del seu capital en una infraestructura que tot i que té demostrada al 100% la seva eficiència, els beneficis no són suficients per fer la inversió atractiva al sector públic on existeix àmplia competència de prioritats.

Per tant, si comptéssim amb més recursos, seria un projecte perfecte per implantar immediatament, però al tenir un pressupost tan limitat, la viabilitat econòmica passaria per disminuir les prestacions dels equips i/o utilitzar equipaments alternatius amb un cost inferior però garantint sempre la qualitat i seguretat que donen singularitat a la xarxa.

11. REFERÈNCIES:

- [1] R. E. García *et al.*, "Planificación estratégica y empresa," *Gest y Eval Cost Sanit*, 2015.
- [2] "La realidad aumentada entra en los quirófanos." <https://www.lavanguardia.com/vida/salud/20190522/462411908928/realidad-aumentada-entra-quiroyfanos.html> (accessed Aug. 27, 2021).
- [3] "El Marañón, pionero en realidad virtual e impresión 3D." https://www.consalud.es/saludigital/142/la-realidad-virtual-y-la-impresion-3d-revolucionan-los-quiroyfanos_59525_102.html (accessed Aug. 27, 2021).
- [4] "La realidad aumentada llega a los quirófanos | Euronews." <https://es.euronews.com/next/2018/11/26/la-realidad-aumentada-llega-a-los-quiroyfanos> (accessed Aug. 31, 2021).
- [5] "Can Ruti impulsa la formación en quirófano con realidad aumentada." <https://www.lavanguardia.com/local/barcelones-nord/20210320/6602963/can-ruti-impulsa-formacion-quiroyfano-realidad-aumentada.html> (accessed Aug. 27, 2021).
- [6] F. Dexter, A. Macario, R. D. Traub, M. Hopwood, and D. A. Lubarsky, "An operating room scheduling strategy to maximize the use of operating room block time: computer simulation of patient scheduling and survey of patients' preferences for surgical waiting time.," *Anesth. Analg.*, vol. 89, no. 1, pp. 7–20, Jul. 1999, doi: 10.1097/00000539-199907000-00003.

- [7] A. Testi, E. Tanfani, and G. Torre, "A three-phase approach for operating theatre schedules," *Heal. Care Manag. Sci.* 2007 102, vol. 10, no. 2, pp. 163–172, Mar. 2007, doi: 10.1007/S10729-007-9011-1.
- [8] "Aplicaciones con realidad aumentada por WION | Realidad Aumentada - Augmented Reality." <http://www.realidad-aumentada.eu/es/elementos-de-la-realidad-aumentada/> (accessed Jun. 28, 2021).
- [9] "Crea continguts i aplicacions per a sistemes de realitat augmentada | Col·legi Oficial d'Enginyeria Informàtica de Catalunya COEINF." <https://enginyeriainformatica.cat/crea-continguts-i-aplicacions-per-a-sistemes-de-realitat-aumentada/> (accessed Aug. 04, 2021).
- [10] A. B. Sevilla, "Realidad Aumentada en Educación," Universidad Politécnica de Madrid, 2017.
- [11] "Template markers (left figure) are often used as they present... | Download Scientific Diagram." https://www.researchgate.net/figure/Template-markers-left-figure-are-often-used-as-they-present-meaningful-information_fig1_330945901 (accessed Aug. 04, 2021).
- [12] "Técnicas de visualización - Realidad Aumentada." <https://sites.google.com/site/realidadvirtualmk/tecnicas-de-visualizacion> (accessed Jul. 03, 2021).
- [13] "RoomAlive, realidad virtual en la sala de su casa - PDM Productos Digitales Móviles." <https://pdm.com.co/roomalive-realidad-virtual-en-la-sala-de-su-casa/> (accessed Aug. 04, 2021).
- [14] "Realidad aumentada - Wikipedia, la enciclopedia libre." https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada#Década_2020 (accessed Jun. 20, 2021).
- [15] "ARToolKit - Wikipedia, la enciclopedia libre." <https://es.wikipedia.org/wiki/ARToolKit> (accessed Jul. 14, 2021).
- [16] "ATOMIC Web Authoring Tool - Wikipedia, la enciclopedia libre." https://es.wikipedia.org/wiki/ATOMIC_Web_Authoring_Tool (accessed Jul. 14, 2021).

- [17] "blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software." <https://www.blender.org/> (accessed Jul. 14, 2021).
- [18] "Blender - Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure." <https://ca.wikipedia.org/wiki/Blender> (accessed Jul. 14, 2021).
- [19] "4.SOFTWARE Y HAFTWARE PARA REALIZAR REALIDAD AUMENTADA - REALIDAD AUMENTADA." <https://sites.google.com/site/realidadaumentada115/home/software-y-software-para-realizar-realidad-aumentada> (accessed Jun. 28, 2021).
- [20] "Realidad Virtual, la tecnología del futuro - Iberdrola." <https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual> (accessed Jul. 12, 2021).
- [21] "Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality Forecast to Deliver Strong Growth Through 2024, According to a New IDC Spending Guide." <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47012020> (accessed Jul. 12, 2021).
- [22] A. Saeed Alqahtani, L. Foaud Daghestani, and L. Fattouh Ibrahim, "Environments and System Types of Virtual Reality Technology in STEM: A Survey," *IJACSA) Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 8, no. 6, 2017, Accessed: Jul. 20, 2021. [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org.
- [23] "3 Best Software Simulation Tools for Training in 2021 [In-Depth Comparison] – Assima." <https://assima.net/3-best-software-simulation-tools-for-training-in-2021/> (accessed Jul. 11, 2021).
- [24] "¿Qué es la realidad virtual? - Historia, funcionamiento y gafas VR ✕✕ Mundo Virtual." <http://mundo-virtual.com/que-es-la-realidad-virtual/#caracteristicas> (accessed Jul. 09, 2021).
- [25] "Audio 3D per a la realitat virtual i per oïda biònica. – Dau Apps." <https://dauapps.com/audio-3d-per-la-realitat-virtual-per-oida-bionica/> (accessed Jul. 11, 2021).
- [26] "Pragma | ¿Qué es la realidad virtual y cuáles son sus aplicaciones?" <https://pragma-a.com/que-es-la-realidad-virtual-y-cuales-son-sus-aplicaciones/> (accessed Jul. 11, 2021).

- [27] J. Steuer, "Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence," *J. Commun.*, vol. 42, no. 4, pp. 73–93, Dec. 1992, doi: 10.1111/J.1460-2466.1992.TB00812.X.
- [28] "Quirofano.jpg (1732×1299)." <https://portalempresarial.org/wp-content/uploads/2018/12/Quirofano.jpg> (accessed Aug. 04, 2021).
- [29] "OSI - Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure." <https://ca.wikipedia.org/wiki/OSI> (accessed Jul. 22, 2021).
- [30] UNICEN, "El modelo OSI," 2019.
- [31] "Modelo de referencia OSI (Guía de administración del sistema: servicios IP)." <https://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipov-8/index.html> (accessed Jul. 22, 2021).
- [32] "Red de telecomunicación - Wikipedia, la enciclopedia libre." https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_telecomunicación#Estructura_de_la_red (accessed Jul. 21, 2021).
- [33] A. Rosado Muñoz, "Tema 2 Redes de comunicación: Topología y enlaces.," p. 21, 2007, [Online]. Available: https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf.
- [34] R. Saripalle, C. Runyan, and M. Russell, "Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record," *J. Biomed. Inform.*, vol. 94, p. 103188, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.jbi.2019.103188.
- [35] "HL7 - Wikipedia, la enciclopedia libre." <https://es.wikipedia.org/wiki/HL7> (accessed Aug. 03, 2021).
- [36] "¿Qué es Dante? | Audinate." <https://www.audinate.com/meet-dante/what-is-dante?lang=es> (accessed Aug. 04, 2021).
- [37] "Microfono Inalambrico SENNHEISER XSW 1-ME3 Set Diadema (Rango A)." <https://www.organigramaguitars.com/es/microfonos-inalambricos/329353-microfono-inalambrico-sennheiser-xsw-1-me3-set-diadema--rango-a--4044155213126.html> (accessed Aug. 03, 2021).
- [38] "Bose FreeSpace 3 Flush Mount Satellite Speakers - White Pair."

- <https://www.proacousticsusa.com/bose-freespace-3-flush-mount-satellite-speakers-pair.html> (accessed Aug. 03, 2021).
- [39] "opticalCON | Neutrik." <https://www.neutrik.com/en/products/data/opticalcon> (accessed Aug. 03, 2021).
- [40] "Magic Leap 1 | Magic Leap." <https://www.magicleap.com/en-us/magic-leap-1> (accessed Aug. 03, 2021).
- [41] "[Glosario] EU MDR e IVDR: los términos básicos que debe conocer: software de serialización, agregación, seguimiento y localización de productos farmacéuticos." <https://www.softgroup.eu/es/2020/10/19/eu-mdr-and-ivdr-glossary/> (accessed Aug. 04, 2021).
- [42] "REGULATION (EU) 2017/ 745 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL - of 5 April 2017 - on medical devices, amending Directive 2001/ 83/ EC, Regulation (EC) No 178/ 2002 and Regulation (EC) No 1223/ 2009 and repealing Council Directives 90/ 385/ EEC and 93/ 42/ EEC."
- [43] "Vista inspiradora y soluciones compartidas - Barco." <https://www.barco.com/es/> (accessed Aug. 27, 2021).
- [44] "Extron - El líder en tecnología AV." <https://www.extron.com/> (accessed Aug. 27, 2021).

12. ANNEXES:

12.1 ARQUITECTURA COMPLETA RA:

*La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de
confidencialitat*

12.2 DATASHEETS DISPOSITIUS:

AXI 22 AT



2 INPUT, 2 OUTPUT DANTE AUDIO INTERFACE

The Extron AXI 22 AT is a two input, two output Dante® audio interface for integrating audio sources onto a Dante-enabled audio network. Offering high performance in a compact form factor, the AXI 22 AT can easily be mounted under a desk, in a lectern, or in millwork.

- A **Two mic/line inputs for transmitting audio to a Dante® network**
- A **Two line level outputs receive audio from a Dante network**
- A **Dante audio networking provides a wide range of expansion capabilities**
- A **Studio grade 24-bit analog-to-digital and digital-to-analog converters with selectable sampling rates up to 96 kHz**
- A **Input select, gain, and phantom power controls located on front panel and configurable through DSP Configurator Software**
- A **Power over Ethernet allows the AXI 22 AT to receive audio and power over a single Ethernet cable, eliminating the need for a local power supply**
- A **1U, quarter rack width metal enclosure**

Extron

The Extron **AXI 22 AT** is a quarter rack width audio interface for integrating two mic/line sources onto a Dante®-enabled audio system. It features two mic or line inputs and switchable 48 volt phantom power. Input select, gain, and phantom power settings are controllable from the front panel, via DSP Configurator Software, or by SIS command via USB. The AXI 22 AT also features two line level outputs for routing any two Dante channels from the network to the audio system. The AXI 22 AT interfaces with any Dante-equipped audio product, such as an Extron DMP 128 Plus AT audio DSP processor, over a standard local area network, and can be powered through PoE. This allows a single network cable connection for bidirectional audio and power from a central equipment rack.

KEY FEATURES

- A Two mic/line inputs for transmitting audio to a Dante® network** – Each input accepts a balanced or unbalanced mic/line level signal on a captive screw connector and includes selectable 48 volt phantom power.
- A Two line level outputs receive audio from a Dante network** – Two channels of high quality digital audio can be routed from local or remote systems via Dante and converted to line level analog audio, provided as balanced or unbalanced signals on a captive screw connector.
- A Dante audio networking provides a wide range of expansion options** – Dante-equipped audio products, including the AXI 22 AT, provide scalability for creating larger audio systems over a local area network using standard Internet protocols.
- A Studio grade 24-bit analog-to-digital and digital-to-analog converters with selectable sampling rates up to 96 kHz** – Professional converters fully preserve the integrity of the original audio signal, with selectable sampling rates via Dante Controller.
- A Input select, gain, and phantom power controls located on front panel and configurable through DSP Configurator Software** – Settings can be modified from the front panel, DSP Configurator Software, or SIS commands via USB.
- A Power over Ethernet allows the AXI 22 AT to receive audio and power over a single Ethernet cable, eliminating the need for a local power supply**
- A 1U, quarter rack width metal enclosure** – Compact, durable enclosure can be discreetly installed under a desk, in a lectern, in millwork, or in an AV equipment rack.
- A Highly reliable, energy-efficient external universal power supply optional, part #70-1175-01**

AUDIO		
Gain	Unbalanced output: -6 dB, balanced output: 0 dB	
Frequency response	20 Hz to 20 kHz, ±0.3 dB	
THD + Noise	<0.01% @ 1 kHz at maximum level	
S/N		
Analog In to Digital Out	100 dB, 20 Hz to 20 kHz, at full-scale output (unweighted)	
Digital In to Analog Out	115 dB, 20 Hz to 20 kHz, at maximum balanced output (unweighted)	
Crosstalk	<-90 dB @ 1 kHz, fully loaded	
Output attenuation	-100 dB to 0 dB (in 1 dB steps)	
AUDIO INPUT		
Number/signal type	2 mono mic/line, balanced/unbalanced	
Connector	(1) 3.5 mm captive screw connector, 6-pole	
Impedance	>10k ohms, balanced/unbalanced	
Nominal level	+4 dBu when level is set to 0 dB gain, adjustable from -60 dBu to +4 dBu	
Maximum level	>+21 dBu (at rated THD + N) when input gain is set to 0 dB	
Equivalent input noise	<-120 dBV (1 µVrms) at 40 dB gain	
Input gain adjustment	0 dB to +42 dB, 3 dB steps, adjustable per input	
Mic phantom power	+48 VDC ±10%, can be switched on or off per input	
NOTE: 0 dBu = 0.775 Vrms, 0 dBV = 1 Vrms, 0 dBV ≈ 2 dBu; All nominal levels are at ±10%		
AUDIO OUTPUT		
Number/signal type	2 mono (or 1 stereo), balanced/unbalanced	
Connector	(1) 3.5 mm captive screw connector, 6-pole	
Nominal level	-10 dBV (316 mV) or +4 dBu (1.23 V)	
Maximum level (Hi-Z)	>+21 dBu balanced or >+15 dBu unbalanced	
AT PORTS — AUDIO TRANSPORT		
Transmission	Dante	
Connector	1 RJ-45 connector to Dante interface	
Inputs	2 channels Rx (2 flows, unicast or multicast)	
Outputs	2 channels Tx (2 flows, unicast or multicast)	
Audio format	Uncompressed, 24-bit, selectable at 44.1, 48, 88.2, or 96 kHz	
Latency	Deterministic, based on user selection: 1.0 ms (default), 2.0 ms, 5.0 ms	
GENERAL		
Power input requirements	12 VDC or Power over Ethernet (PoE 802.3at)	
Power supply (optional)	External Input: 100-240 VAC, 50-60 Hz Output: 12 VDC, 1 A, 12 watts	
Power consumption		
Device	4.4 watts	
Device and power supply	6.2 watts	
Cooling		
Convection, no vents		
Mounting		
Rack mount	Yes, with optional 1U high rack shelf	
Furniture mount	Yes, with optional under-desk mounting kit	
Enclosure type		
Metal		
Enclosure dimensions	1.66" H x 4.32" W x 6.00" D (1U high, quarter rack wide) (43 mm H x 110 mm W x 153 mm D)	
Product weight	0.65 lbs (0.3 kg)	
Warranty	3 years parts and labor	
NOTE: All nominal levels are at ±10%		
Model	Version Description	Part number
AXI 22 AT 2 In, 2 Out Audio Expansion Interface		60-1627-01



The Professional's Source Since 1973

420 9th Ave. at 34th St. in New York City
www.bhphotovideo.com

Sales: 212.444.6615
Customer Service: 212.239.7765

HP 2530-8G-PoE+ 8-Port Layer 2 Ethernet Switch with Two SFP Slots



BH #HEJ9774A • MFR #J9774A#ABA

Interfaces

Ports	8 x 10/100/1000 Mb/s Gigabit Ethernet (RJ45) PoE+ (Type 2) 2 x 10/100/1000 Mb/s Gigabit Combo (Ethernet/SFP)
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Performance

Latency	3 to 7 μ s
Forwarding Rate	14.8 Mpps
Switching Bandwidth	20 Gb/s
Packet Buffer	1.5 MB

Computer

Flash Memory	128 MB
Processor	800 MHz ARM
Memory	256 MB DDR3

Electrical

PoE Power Budget	67 W
------------------	------

Packaging Info

Package Weight	5.885 lb
----------------	----------

Box Dimensions (LxWxH)	17.45 x 10 x 3.9"
------------------------	-------------------

Specifications

DMP 64 Plus

Audio system

Gain Balanced output: 0 dB, unbalanced output: -6 dB
Frequency response 20 Hz to 20 kHz, ± 0.2 dB
THD + Noise <0.01%, 20 Hz to 20 kHz, at maximum level
S/N
Analog In to Analog Out >109 dB, 20 Hz to 20 kHz, at maximum balanced output (unweighted)
Analog In to Digital Out 110 dB, 20 Hz to 20 kHz, at full-scale output (unweighted)
Digital In to Analog Out 115 dB, 20 Hz to 20 kHz, at maximum balanced output (unweighted)
Crosstalk <-90 dB @ 20 Hz to 20 kHz, fully loaded
Volume control -100 dB to 0 dB (control 0 to 100 in 0.1 dB steps)

Audio input

Number/signal type 6 mono (or 3 stereo), mic/line, balanced/unbalanced, 6 with phantom power
Connectors (3) 35 mm captive screw, 6 pole, mono, balanced/unbalanced
Impedance >10k ohms balanced/unbalanced
Nominal level -60 dBV, +4 dBu, -10 dBV adjustable via input gain
Maximum level +21 dBu at rated THD+N when mic gain is set to 0 dB
Equivalent input noise <-120 dBV (1 μ Vrms) at 40 dB input gain
CMRR >60 dB typical
Input gain adjustment -18 dB to +80 dB in 0.1 dB steps, adjustable per input
DC phantom power +48 VDC, $\pm 10\%$ (inputs 1-6) can be switched on or off per input

NOTE: 0 dBu = 0.775 Vrms, 0 dBV = 1 Vrms, 0 dBV \approx 2 dBu; All nominal levels are at $\pm 10\%$

Audio output

Number/signal type 4 mono (or 2 stereo), line, balanced/unbalanced
Connectors (2) 35 mm captive screw, 6 pole, mono, balanced/unbalanced
Impedance 100 ohms balanced, 50 ohms unbalanced
Gain error ± 0.1 dB channel to channel
Maximum level (Hi-Z) >+21 dBu balanced, >+15 dBu unbalanced

Audio processing

A/D, D/A conversion 24-bit, 48 kHz
AEC tail length >200 msec
AEC convergence Up to 60 dB/sec
Noise cancellation Up to 20 dB, software selectable

EXP port

Transmission type Proprietary
Connector 1 RJ-45
Inputs 16 channels Rx
Outputs 16 channels Tx
Audio format Uncompressed, 24-bit, 48 kHz

Specifications • DMP 64 Plus (Continued)

EXP cable Shielded CAT6 up to 10 meters (1 foot cable included)

USB audio port

Connector 1 rear panel USB mini-B

USB standards USB 2.0, high speed

AT ports (DMP 64 Plus AT models only) — audio transport

Transmission Dante/AES-67, software selectable

Connectors 2 RJ-45, 2-port 1 Gbps switch to Dante interface

Inputs 32 channels Rx

Outputs 16 channels Tx

Audio format Uncompressed, 24-bit, 48 kHz

Latency Deterministic, based on user selections: 0.25 ms, 0.5 ms, 1 ms (default), 2 ms, 5 ms

VoIP port (DMP 64 Plus V models only)

Connector 1 RJ-45

Data rate 10/100/1000 Base-T

Signaling protocol Session Initiation Protocol (SIP), RFC 3261 and related RFCs

Discovery protocol LLDP-MED (optional)

Lines Up to 8 concurrent, independent extensions

Codec support Various ITU, including wideband

Default settings Link speed and duplex level = autodetected

IP address = 192.168.1.254

Subnet mask = 255.255.255.0

Default gateway = 0.0.0.0

DHCP = off

Control/remote

Serial host control port 1 bidirectional RS-232, 3.5 mm captive screw, 3 pole

Baud rate and protocol 38400 baud, 8 data bits, 1 stop bit, no parity
Pin configuration 1 = Tx, 2 = Rx, 3 = G

USB control port 1 front panel USB mini-B
USB standards USB 2.0, high speed

ACP control port (1) 3.5 mm captive screw, 4 pole, supports up to 8 panels

Pin configuration 1 = +12V, 2 = +S, 3 = -S, 4 = G

Power supply 6 Watts max

Digital I/O (6) 3.5 mm captive screw, 6 pole (shared with audio input)

Pin configuration 1 = In, 2 = G, 3 = Out 1

Voltage range Input = 0V to +12V

Output = 0V (low), 5V (high)

Software programmable

Ethernet host port 1 RJ-45

Data rate 10/100/1000 Base-T

Protocol ARP, ICMP, IEEE 802.1X, IP, TCP, DHCP, HTTPS, Telnet, SSH

Default settings Link speed and duplex level = autodetected

IP address = 192.168.254.254

Subnet mask = 255.255.255.0

Default gateway = 0.0.0.0

DHCP = off

Web server Up to 200 simultaneous sessions

Program control Extron DSP Configurator control/configuration program for Windows®
Extron Simple Instruction Set (SIS™)

Specifications • DMP 64 Plus (Continued)

Microsoft® Internet Explorer®, Telnet

General

Power supply External

Input: 100-240 VAC, 50-60 Hz

Output: 12 VDC, 2 A, 24 watts

Power input requirements 12 VDC or Power over Ethernet Plus (PoE Plus IEEE 8023at)

DMP 64 Plus C — power consumption

Power supply (PS 1220)

Device 150 watts

Device and power supply 167 watts

DMP 64 Plus C — thermal dissipation

Power supply (PS 1220)

Device 389 BTU/Hr

Device and power supply 446 BTU/Hr

DMP 64 Plus C AT — power consumption

Power injector (PI 140)

Device 176 watts

Device and power injector 236 watts

PoE+ PSE

Device 218 watts

Power supply (PS 1220)

Device 182 watts

Device and power supply 196 watts

DMP 64 Plus C AT — thermal dissipation

Power injector (PI 140)

Device 497 BTU/Hr

Device and power injector 702 BTU/Hr

PoE+ PSE

Device 572 BTU/Hr

Power supply (PS 1220)

Device 482 BTU/Hr

Device and power supply 527 BTU/Hr

DMP 64 Plus C V — power consumption

Power supply (PS 1220)

Device 156 watts

Device and power supply 174 watts

DMP 64 Plus C V — thermal dissipation

Power supply (PS 1220)

Device 391 BTU/Hr

Device and power supply 454 BTU/Hr

DMP 64 Plus C V AT — power consumption

Power injector (PI 140)

Device 181 watts

Device and power injector 238 watts

PoE+ PSE

Device 217 watts

Power supply (PS 1220)

Device 186 watts

Device and power supply 204 watts

DMP 64 Plus C V AT — thermal dissipation

Power injector (PI 140)

Device 514 BTU/Hr

Device and power injector 708 BTU/Hr

Specifications • DMP 64 Plus (Continued)

PoE+ PSE

Device 576 BTU/Hr

Power supply (PS 1220)

Device 473 BTU/Hr

Device and power supply 535 BTU/Hr

Temperature/humidity Storage: -40 to +158 °F (-40 to +70 °C) / 10% to 90%, noncondensing Operating: +32 to +122 °F (0 to +50 °C) / 10% to 90%, noncondensing

Cooling Fan, front to back, fixed speed

Mounting

Rack mount Yes, with optional 1U rack shelf

Furniture mount Yes, with optional under-desk mounting kit

Enclosure type Metal

Enclosure dimensions 17" H x 87" W x 95" D (1U high, half rack wide)
(43 cm H x 221 cm W x 241 cm D)

Product weight 235 lbs

Regulatory compliance CE, c-UL, UL, CE, C-Tick, FCC Class A, ICES, RoHS, VCCI, WEEE Warranty 3 years parts and labor

NOTE: All nominal levels are at $\pm 10\%$

NOTE: Specifications are subject to change without notice

NOTE: Shipping weights and dimensions are available at www.extron.com

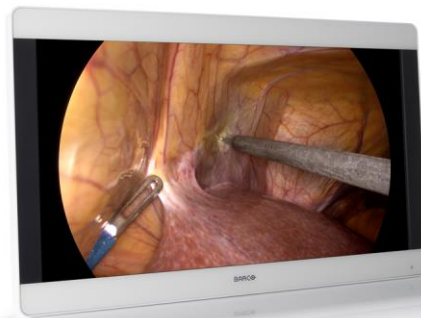
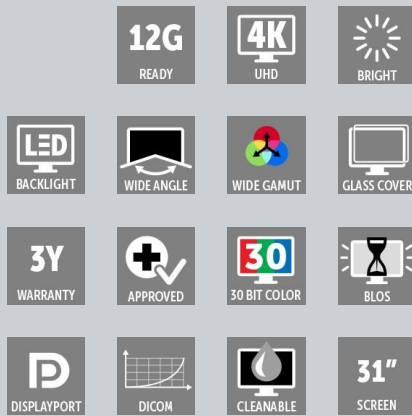
5032-D8

MDSC-8231

Pantalla quirúrgica UHD 4K

b Complemento perfecto

radiología. Tiene un diseño fácil de limpiar, componentes mecánicos ligeros



para las cámaras de endoscopia de 4K

e inteligentes y las imágenes más realistas que puede ofrecer actualmente un dispositivo de su clase.

b Muestra las imágenes con un nivel de detalle asombroso

Total tranquilidad

b Clase médica y diseño inteligente b Compatible con BT.2020

Imágenes 4K impecables La combinación perfecta para los sistemas de cámara de endoscopia en 4K, el MDSC-8231 presenta imágenes endoscópicas con una resolución cuatro veces mayor que la HD. Esto proporciona a los cirujanos imágenes más detalles y colores precisos para una presentación real de la anatomía del paciente y una excelente percepción de profundidad. Las imágenes se presentan con una precisión del color inmejorable (gracias a la amplia gama de colores y la calibración avanzada del color), sin anomalías y con una latencia prácticamente nula para una coordinación óptima entre los ojos y las manos. Gracias al tamaño de la pantalla de 31 pulgadas, el monitor MDSC-8231 también es perfecto para la sala de control de radiología.

b Se aceptan señales 12G-SDI y Quad-link 3G-SDI

El modelo MDSC-8231 de Barco es una pantalla quirúrgica de proximidad al paciente de 31 pulgadas y alto nivel de brillo que está diseñado para ofrecer imágenes 4K en el quirófano digital y la sala de control de

Imágenes reproducidas desde varias fuentes y en varias pantallas Con su amplia conectividad de entrada y gran selección de funciones de control de imagen, el MDSC-8231 aporta también una gran flexibilidad para la obtención de imágenes de varias modalidades en los nuevos quirófanos integrados. La pantalla de 31 pulgadas ofrece funcionalidad integrada (opcional) para su uso con Nexxis de Barco para las soluciones de vídeo por IP.

Seguridad, estabilidad y redundancia Gracias a su luz de fondo LED de alto brillo con estabilización de la salida de luz, la pantalla garantiza una vida útil

prolongada y uniformidad de las imágenes. La exclusiva función de conmutación automatizada por error para que siempre haya disponible una señal auxiliar para garantizar la seguridad de la intervención.

Facilidad de instalación

El MDSC-8231 incluye un sistema de gestión de cables inteligente que oculta los cables para una instalación perfectamente ordenada. Su diseño ligero permite un montaje sencillo en plataformas quirúrgicas y brazos de resorte.

Facilidad de uso

El MDSC-8231 de Barco permite una fácil limpieza y desinfección gracias a su superficie lisa, la carcasa estanca (nivel de protección frontal IP45). Incluye un cristal delantero resistente a arañazos de gran durabilidad para un excelente rendimiento óptico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MDSC-8231

Tecnología de visual	TFT AM LCD / tecnología IPS-PRO / retroiluminación LED
Tamaño de pantalla activa (diagonal)	789 mm (31,1")
Tamaño de pantalla activa (H x V)	698 x 368 mm
Relación de aspecto	17:9
resolución	4K-2K (4096 x 2160)
paso de pixel	0,1704 mm
Compatibilidad de color	1.073 millones (10 bits)
Gama de colores	Nativa: 96 % DCI-P3 / 105 % Adobe
Calibración de color	ITU-709, DCI-P3, BT.2020
Ángulo de visualización	178° hor. y vert.
Luminancia máxima	Máx. 550 cd/m ² (típ.) a 6500K: 450 cd/m ² estabilizado (típ.)
relación de contraste	1400:1 (típ.)
Tiempo de respuesta	T on + T off (=flanco de subida + bajada): 20 ms (típ.)
Punto blanco	Calibrado: 5600K, 6500K, 7600K, 9300K
Curva gamma	Nativa; 1,8; Vídeo 2,2; 2,4; DICOM
Pantalla protectora frontal	Cristal de silicato de aluminio alcalino AR por las 2 caras resistente a arañazos
Teclado	Teclado táctil de 7 teclas capacitivo
Entradas de vídeo	<p>MDSC-8231 LED</p> <p>Entrada 4K-UHD seleccionable entre:</p> <p>1x DP 1.1 hasta 4096 x 2160 a 25/30 Hz</p> <p>2x DP 1.1 hasta 2048 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>1x DP 1.2 MST hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz 2x HDMI 2.0 hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>Entrada FHD (escalada a UHD):</p> <p>1x DVI</p> <p>1x 3G-SDI</p> <p>MDSC-8231 12G</p> <p>Entrada 4K-UHD seleccionable entre:</p> <p>Quad-link 3G-SDI hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>12G-SDI hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>1x DP 1.1 hasta 4096 x 2160 a 25/30 Hz</p> <p>2x DP 1.1 hasta 2048 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>1x DP 1.2 MST hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz 2x HDMI 2.0 hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz Entrada FHD (escalada a UHD): 1x DVI</p> <p>MDSC-8231 MNA Entrada 4K-UHD seleccionable entre:</p> <p>1x DP 1.1 hasta 4096 x 2160 a 25/30 Hz</p> <p>2 x DP 1.1 hasta 2048 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>1x DP 1.2 MST hasta 4096 x 2160 a 50/60 Hz</p> <p>2x SFP+ de fibra óptica para conexión 4K-UHD Nexxis</p> <p>Entrada FHD (escalada a 4K)</p> <p>1x DVI</p> <p>1x 3G-SDI</p>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MDSC-8231

Salidas de vídeo	MDSC-8231 LED y MNA 1x 3G-SDI (bucle de entrada) 1x DVI (clon de pantalla reducido a FHD) MDSC-8231 12G 2x 12G-SDI (bucle de entrada) 1x DVI (clon de pantalla reducido a FHD)
Compatibilidad con varias imágenes	Modo imagen en imagen (PIP), reflejo de imagen y rotación, conmutación por error, clon de pantalla en salida DVI, entrada FHD ampliada a resolución UHD, Quadview (con Nexxis)
Mando a distancia	MDSC-8231 LED, MDSC-8231 12G: puerto USB tipo B para descarga de firmware y protocolo de control/control remoto a través de DDC en DVI y DP MDSC-8231 MNA: descarga de firmware a través de la conexión de red
características	Procesamiento de vídeo optimizado para baja latencia y reducción de ruido, imagen en imagen, imagen por imagen, reflejo de imagen y rotación, conmutación por error, clon de pantalla en salida DVI, entrada FHD ampliada a resolución UHD, señales heredadas aceptadas, salida de potencia CC, cubierta para cable.
consumo de potencia	MDSC-8231 LED: 165 W (máx.) / 24 V ± 10 % MDSC-8231 12G, MDSC-8231 MNA: 190 W (máx.) / 24 V ± 10 % Modo de bajo consumo MDSC-8255 LED: 18 W (típ.) MDSC-8255 12G: 33 W (típ.) MDSC-8255 MNA: 52 W (típ.) Apagado: ~ 1
Fuente de alimentación externa	Entrada de CA: 100-240 V CA/47-63 Hz de conmutación automática Salida de CC: +24 V CC/10 A
Salida de alimentación CC	Conector de CC: +5 V / 2 A También disponible en puertos USB, DVI y DP
Dimensiones sin pie (An x Al x P)	777 x 472 x 93 mm / 30,6 x 18,6 x 3,6 pulg.
Peso neto sin pie	12,1 Kg / 26,6 lbs (MDSC-8231 LED, MDSC-8231 12G) 12,7 Kg / 28,0 lbs (MDSC-8231 MNA)
Peso neto embalado	17 Kg / 37,5 lbs (MDSC-8231 LED, MDSC-8231 12G) 17,5 Kg / 38,6 lbs (MDSC-8231 MNA)
Montaje estándar	VESA de 100x100 & 200x100 mm
Temperatura	Funcionamiento: 0° ÷ 35 °C Almacenamiento: -20 ° ÷ 60 °C
humedad	Funcionamiento: De 10 a 90 % de humedad relativa. Almacenamiento: De 5 a 90 % de humedad relativa
cumplimiento de regulación	<ul style="list-style-type: none"> • ANSI/AAMI ES60601-1 (2005 + C1:09 + A2:10 + A1:2014) • CAN/CSA-C22.2 núm. 60601-1 (2014) • IEC 60601-1:2005 (tercera edición) + CORR. 1:2006 + CORR. 2:2007 + A1:2012 • EN 60601-1: 2006 + CORR:2010 + A1:2013 + A12:2014 • Compatibilidad electromagnética: Normativas médicas de EMC: IEC 60601-1-2 (2014), EN 60601-1-2 (2015) EN55011/CISPR 11, FCC: CFR47, Parte 15, Subparte B (Clase B) • GB17625.1-2012; GB4943.1-2011; GB/T9254-2008 • Aprobaciones/sellos: CE, c-UL-us, DEMKO, CCC, INMETRO, EAC
Certificaciones	IP20 (IP45 solo en lado delantero)
Garantía	3 años
Compatibilidad ecológica	ROHS-3, REACH, WEEE

Generado en: 07 May 2021

Las especificaciones técnicas pueden estar sujetas a cambios sin previo aviso. Consulte www.barco.com para obtener la información más actual.

Especificaciones

AXI 22 AT

Audio

Ganancia Salida no balanceada: -6 dB, salida balanceada: 0 dB
Respuesta en frecuencia 20 Hz a 20 kHz, $\pm 0,3$ dB
THD + Ruido <0,01% a 1 kHz, a nivel máximo
S/R
Entrada analógica a
salida digital 100 dB, 20 Hz a 20 kHz, en la salida a escala completa (no ponderado) Entrada digital a
salida analógica 115 dB, 20 Hz a 20 kHz, en la salida máxima balanceada (no ponderado)
Crosstalk <-90 dB a 1 kHz, a carga completa
Atenuación de salida -100 dB a 0 dB (en incrementos de 1 dB)

Entrada de audio

Número/tipo de señal 2 mono micrófono/línea, balanceado/no balanceado
Conector 1 conector de tornillo cautivo de 3,5 mm y 6 polos
Impedancia >10 k Ω , balanceado/no balanceado
Nivel nominal +4 dBu cuando el nivel se ajusta a 0 dB de ganancia, ajustable desde -60 dBu a +4 dBu
Nivel máximo >+21 dBu (con el THD+R determinado) cuando la ganancia de entrada se ajusta a 0 dB
Ruido de entrada equivalente <-120 dBV (1 μ Vrms) a una ganancia de 40 dB
Ajuste de ganancia de entrada 0 dB a +42 dB, en intervalos de 3 dB, ajustable por entrada CMRR
>65 dB a 1 kHz
Alimentación phantom de micrófono +48 V CC $\pm 10\%$, puede encenderse o apagarse por entrada

NOTA: 0 dBu = 0,775 Vrms, 0 dBV = 1 Vrms, 0 dBV \approx 2 dBu; todos los niveles nominales están en $\pm 10\%$

Salida de audio

Número/tipo de señal 2 mono (o 1 estéreo), balanceado/no balanceado
Conector 1 conector de tornillo cautivo de 3,5 mm y 6 polos
Impedancia 50 Ω no balanceado, 100 Ω balanceado
Nivel nominal -10 dBV (316 mV) o +4 dBu (1,23 V)
Nivel máximo (Hi-Z) >+21 dBu balanceado o >+15 dBu no balanceado

Puertos AT — Transporte de audio

Transmisión Dante
Conector 1 conector RJ-45 a interfaz Dante
Entradas 2 canales Rx (2 flujos, unidifusión o multidifusión)
Salidas 2 canales Tx (2 flujos, unidifusión o multidifusión)
Formato de audio No comprimido, 24 bits, seleccionable a 44,1, 48, 88,2, o 96 kHz
Latencia Determinista, basada en la selección del usuario: 1,0 ms (predeterminada), 2,0 ms, 5,0 ms

General

Requisitos de entrada
de alimentación 12 V CC o alimentación a través de Ethernet (PoE 8023at)
Fuente de alimentación (opcional) Externa
Entrada: 100-240 V CA, 50-60 Hz
Salida: 12 V CC, 1 A, 12 W

Especificaciones • AXI 22 AT (continuación)

Consumo de energía

Dispositivo 4,4 W Dispositivo y fuente
de alimentación 6,2 W

Inyector de alimentación

PoE (opcional) XTP PI 100

Consumo de energía

Dispositivo 5,0 W Dispositivo e inyector
de alimentación 8,2 W

Temperatura/humedad Almacenamiento: -40 °C a +70 °C (-40 °F a +158 °F) / 10% a 90%, sin
condensación
En funcionamiento: 0 °C a +50 °C (+32 °F a +122 °F) / 10% a 90%,
sin condensación

Refrigeración Convección, sin rejillas de ventilación

Disipación térmica

Fuente de alimentación
(opcional)

Dispositivo 11,6 BTU/h Dispositivo y fuente
de alimentación 35,2 BTU/h

Inyector de alimentación

PoE (opcional) XTP PI 100 Dispositivo 13,8 BTU/h
Dispositivo e inyector
de alimentación 24,7 BTU/h

Montaje

Montaje en rack Sí, con bandeja de rack de 1U de altura opcional

Montaje en muebles Sí, con kit de montaje bajo la mesa opcional

Tipo de carcasa Metal

Dimensiones de la carcasa 43 mm Alt x 110 mm Anc x 153 mm Prof (1U de alto, medio ancho de rack)
(166 in Alt x 432 in Anc x 600 in Prof)

Peso del producto 0,3 kg (065 lb)

Vibración ISTA 1A en caja de cartón (asociación de seguridad de envío internacional) Cumplimiento de
normativas

Seguridad CE, c-UL, UL

EMI/EMC CE, C-Tick, FCC Clase A, ICES, VCCI Clase A

Medio Ambiente Conforme a los requisitos de RoHS, WEEE

Garantía de productos 3 años para piezas y mano de obra

NOTA: Todos los niveles nominales están en $\pm 10\%$

NOTA: Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso

NOTA: Las dimensiones y pesos de envío están disponibles en www.extron.es

4177-D9

PoE+ Amplifier Series

AV8-2-LZ
CVA16-1-CV

8W x 2 @ 4/8Ω
16W x 1 @ 70V/100V

Output Power*

- AV8-2-LZ ----- 8W_{RMS} x 2 @ 4/8Ω
- CVA16-1-CV ----- 16W_{RMS} x 1 @ 70V/100V

Frequency Response

- AV8-2-LZ (+/-1dB) ----- 20 Hz - 20 kHz (4/8Ω),
- CVA16-1-CV (+0dB, -3dB) ----- 100 Hz - 20 kHz (70V/100V)

THD+N @ full frequency and power

- <0.3%

THD+N @ 1kHz and full power

- <0.05%

Signal-to-Noise Ratio

- AV8-2-LZ ----- >90dB
- CVA16-1-CV ----- >88dB

Channel-to-Channel Separation (Crosstalk)

- >85dB

Noise floor

- AV8-2-LZ ----- -110dBV
- CVA16-1-CV ----- -95dBV

Amplifier Class

- D

Input Connector (Dante/AES67 Audio & DC)

- RJ-45

Output Connectors

- 5mm Euro Block

LED Indicators (on RJ-45 connector)

- Green – Connectivity, Flashing Amber - Activity

Power Supply (via RJ-45 connector)

- 802.3at compliant PoE+ Switch or mid-span injector* (30W port power)

Construction

- Aluminum Enclosure

Mounting

- Flange Mount Enclosure

Cooling

- Convection-Cooling (No Fans)

Dimensions (height, width, depth)

- 1.2"(31mm) H x 6.7"(170mm) W x 4.31"(110mm) D

Weight

- 0.6 lbs (0.3kg) AV8-2-LZ, 1.0 lbs (0.45 kg) CVA16-1-CV

Certifications

- Plenum UL 2043, FCC, CE

Warranty

- 3 years parts and labor

*Functions with 802.3af switches with lower power output

Single Cable Solution

CAT5e/6 - PoE+ power & Dante



- No long speaker cable runs
- Labor savings
- No local power outlet required
- Plenum rated
- Convenient



WAC104

High performance wireless connectivity for Small Office and Home (SOHO) deployments

The NETGEAR[®] Dual Band 802.11ac Wireless Access Point (AP) delivers high performance wireless connectivity for Small Office and Home

(SOHO) deployments and supports dual band concurrent operation at 2.4GHz and 5GHz with combined throughput of 1.2 Gbps (300Mbps at 2.4GHz and 867Mbps at

5GHz). The WAC104 Wireless 802.11ac Access Point provides standalone configuration with easy setup for a reliable, high-performance, and affordable wireless solution.

Features

Easy to Configure

- Simple setup in minutes with intuitive Graphical User Interface (GUI)
- Comprehensive monitoring with web-based access

High performance and superior coverage

- Dual band concurrent operation between 2.4GHz and 5GHz frequency ranges
- Maximize coverage for optimal deployment for SOHO

Comprehensive security

- Supports wireless security features (WPA, WPA2)
- MAC based Access Control List to protect against intruders

Interoperate with both new and legacy clients

- Support latest 802.11ac wireless clients to achieve maximum speed
- Backward compatible to allow legacy devices to connect at their fastest speed



Sample Deployment Use Cases

WAC104 Deployment Scenario



Small Offices



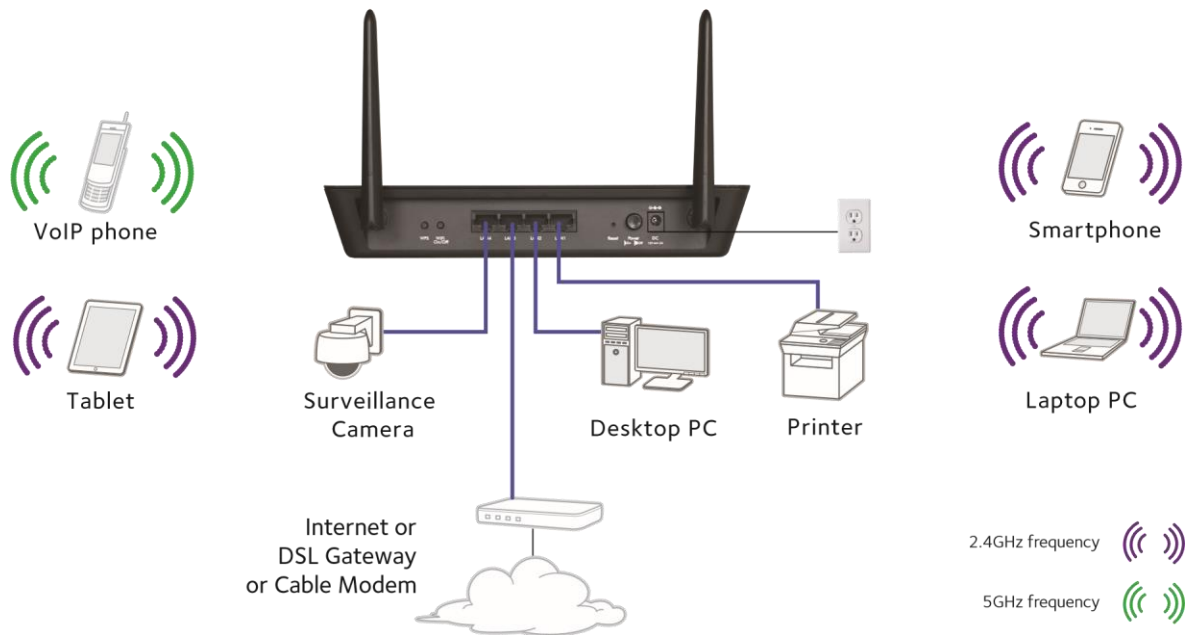
Dental Offices



Small Hotels

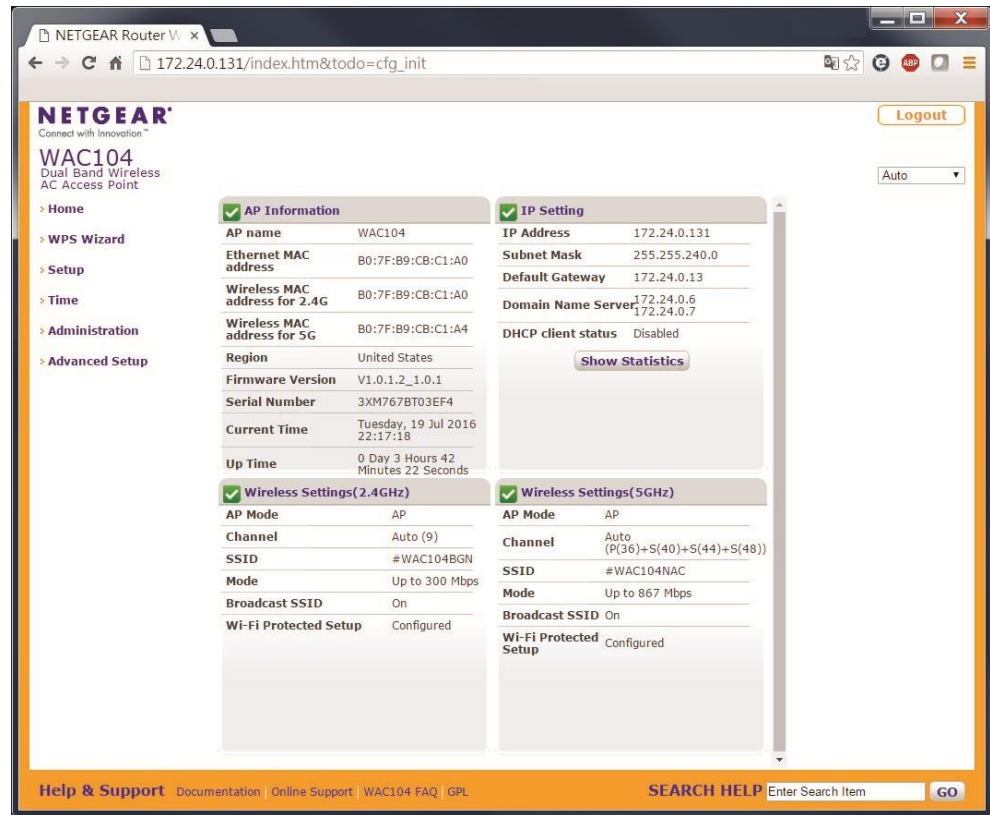
Example Application

WAC104 Deployment Scenario



User Interface

Simple Configuration User Interface



Technical Specifications

Physical Characteristics	WAC104
Power	Country-specific plug: 12V/1.5A (18W) 1.5 Amp power adapter Power consumption: 8.1W (maximum)
Physical Specifications	
Dimensions (L x W x H)	9.43 x 7.14 x 1.59in (239.65 x 181.45 x 40.6mm)
Weight	0.84lb (385g)
Mounting options	Desktop standable Wall mountable
Interfaces and Indicators	
Physical Interfaces	Four (4) 10/100/1000BASE-T Ethernet (RJ-45) port with Auto Uplink™ (Auto MDI-X)
LEDs	Power, WPS, WiFi, LAN Activity Default Reset
Default Reset	Yes
Environmental Specifications	
Operating Temperature	32° to 104°F (0° to 40°C)
Storage Temperature	-4° to 158°F (-20° to 70°C)
Operating Relative Humidity	10-90%
Storage Humidity	5-95%

Dual Band 802.11ac Wireless Access Point

MTBF	@ 25°C > 285,000 hours @ 50°C > 100,000 hours
Safety Certification	CE (EN60950)
RF Characteristics	
Standards	IEEE 802.11ac specification IEEE 802.11n 2.0 specification IEEE 802.11g IEEE 802.11b IEEE 802.11a
Frequency Band	2.4GHz and 5GHz concurrent operation
Maximum Theoretical Throughput	300Mbps (2.4GHz) 867Mbps (5GHz)
Maximum Number of Clients	128
Network Management	
Deployment options	Standalone Web UI
Access Point	Antenna: 3dBi (external)
Advanced Wireless	WDS Point-to-point wireless bridge mode WDS Point-to-multipoint wireless bridge mode
Security	Wired Equivalent Privacy (WEP) Encryption WiFi Protected Access Pre-shared Key (WPA-PSK, WPA2-PSK) MAC Address filtering 1 BSSID

Technical Specifications

Network Management	
MAC ACL	Yes
VPN Pass-through	Yes
802.11e WMM	(Wireless multimedia mode) for QoS
Simultaneous Bridge/Client Association	Yes
Warranty and Support	
Hardware Limited Warranty	3 years
Next-Business-Day (NBD) Replacement	
Technical support (online, phone)	90 days free from date of purchase*
ProSUPPORT OnCall 24x7 Service Packs**	PMBOS11 (1 yr) PMBOS31 (3 yrs) PMBOS51 (5 yrs)
Package Contents	
WAC104	802.11ac Wireless AP (WAC104) Ethernet cable Installation guide Power adapter, localized to country of sale Warranty/support information card

Ordering Information

WAC104-100AUS

WAC104-100NAS

WAC104-100PES

WAC104-100PRS

WAC104-100UKS

WAC104-100INS

*This product comes with a limited warranty that is valid only if purchased from a NETGEAR authorized reseller, and covers unmodified hardware, fans and internal power supplies – not software or external power supplies, and requires product registration using the Insight mobile app or Insight Cloud portal within 90 days of purchase; see <https://www.netgear.com/about/warranty> for details. Intended for indoor use only.

**The NETGEAR OnCall 24x7 contract provides unlimited phone, chat and email technical support for your networking product.

NETGEAR and the NETGEAR logo are trademarks and/or registered trademarks of NETGEAR, Inc. and/or its subsidiaries in the United States and/or other countries. Other brand names mentioned herein are for identification purposes only and may be trademarks of their respective holder(s). Information is subject to change without notice.

© 2020 NETGEAR, Inc. All rights reserved.

D-WAC104_4Mar20

12.3 PLÀNOLS 2D AUTOCAD:

*La informació d'aquesta secció s'ha omès per raons de
confidencialitat*