

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



UPAO

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO, MEDIANTE LA MODALIDAD DE TITULACIÓN
PROFESIONAL EXTRAORDINARIA 2013 – 1**

**“Transmisión de Señales Electrocardiografías para Pobladores del
Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco mediante
el uso de Dispositivos de Instrumentación e Internet.”**

AUTOR(ES):

Br. Leva Apaza, Romel Iván
Br. Machaca Bedregal, Pedro Daniel

ASESOR:

Ing. Eduardo Cerna Sánchez

**TRUJILLO – PERÚ
2013**

“Transmisión de Señales Electrocardiografías para Pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco mediante el uso de Dispositivos de Instrumentación e Internet.”

Elaborado por:

Bach. Romel Ivan Leva Apaza

Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal

Aprobada por:

Ing. Oscar Andrés Morales Gonzaga
Presidente
CIP N° 24975

Ing. Albertis Florián Vigo
Secretario
CIP N° 114879

Ing. Manuel Vaca Oliver
Vocal
CIP N° 75962

Ing. Eduardo Cerna Sánchez
Asesor
CIP N° 80252

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **“Transmisión de Señales Electrocardiografías para Pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco mediante el uso de Dispositivos de Instrumentación e Internet”** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico mediante la modalidad de Titulación Profesional Extraordinaria.

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomando como marco de referencia los lineamientos establecidos en el Curso de Titulación Extraordinaria y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, consulta de fuentes bibliográficas e información obtenida en entrevistas con personal médico del centro de Salud del distrito de Ocongate.

Los Autores.

Bach. Romel Iván Leva Apaza

Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal

DEDICATORIAS

- A Dios Todopoderoso que ilumina y guía mi sendero dándome inspiración, voluntad y entendimiento en el emprendimiento de todas mis actividades.
- A mis padres Anastacio y Jesusa, por su gran entrega, sacrificio constante y aliento permanente durante toda mi vida, quienes depositaron su entera confianza en verme forjado como profesional.
- A mis compañeros y maestros universitarios que permitieron mi desarrollo profesional.
- A todos mis seres queridos por su apoyo incondicional.

▪ **Bach. Romel Iván Leva Apaza**

- Mis consideraciones a mis señores padres y hermanos Daniela Milagros
- Mis agradecimientos a los ingenieros Pablo Tong y Eduardo Cerna quienes ayudaron a serguir con mi crecimiento como profesional y como persona.
- A mis compañeros de trabajo que con sus consejos y ayuda me ayudaron a alcanzar mis metas

▪ **Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal**

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más profundo y sincero agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, por darnos la oportunidad de culminar nuestra formación profesional.

A nuestros docentes quienes con ímpetu y desprendimiento han desarrollado cada uno de los cursos.

A nuestro asesor Ingeniero Eduardo Cerna Sánchez, por la orientación y ayuda que nos brindo para la realización del presente trabajo, por su apoyo y amistad que nos permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

Bach. Romel Iván Leva Apaza

Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal

RESUMEN

“Transmisión de Señales Electrocardiografías para Pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco mediante el uso de Dispositivos de Instrumentación e Internet.”

Por:

Bach. Romel Iván Leva Apaza

Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal

En el presente trabajo se propone realizar el diseño de un sistema de adquisición de Señales electrocardiográficas de un paciente ubicado en el Distrito de Ocongate, realizar el procesamiento de la señal y transmitirla por internet hacia el Hospital Regional de Cusco; para ser visualizada en una computadora por un profesional médico especializado en cardiología para el diagnóstico del paciente.

El diseño presentado abarca desde la adquisición de las señales electrocardiográficas procedentes del paciente mediante el uso de dispositivos de instrumentación. Esta señal es amplificada y luego digitalizada a través de un microcontrolador para luego enviar las señales a una computadora y ser visualizada. Esta señal es transmitida a través del uso de internet desde el Centro de Salud del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco, en el cual la señal será recepcionada para ser visualizada en una computadora y analizada por el médico especialista en cardiología para realizar el diagnostico respectivo.

ABSTRACT

“Transmisión de Señales Electrocardiografías para Pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco mediante el uso de Dispositivos de Instrumentación e Internet.”

By:

Bach. Romel Ivan Leva Apaza

Bach. Pedro Daniel Machaca Bedregal

In this paper we propose to make the design of a system for acquiring ECG signals from a patient located in the District of Ocongate, perform the processing of the signal and transmit it over the Internet to the Cusco Regional Hospital, for display on a computer by a medical practitioner specializing in cardiology for the diagnosis of the patient.

The design presented ranging from the acquisition of the ECG signals from the patient through the use of instrumentation devices. This signal is amplified and then digitized by a microcontroller and then send the signals to a computer and displayed. This signal is transmitted through the Internet use from the District Health Center Ocongate to the Cusco Regional Hospital, in which the signal will reception for display on a computer and analyzed by the specialist in cardiology for the respective diagnosis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula I	
Hoja para firma de jurados y asesor	II
APRESENTACIÓN	III
DEDICATORIAS	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1	3
GENERALIDADES.....	3
1.1 Generalidades	4
1.1.1 Planteamiento del Problema	4
1.1.2 Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional	5
1.1.2.1 Objetivo General	5
1.1.2.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO 2	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 Fundamentos Fisiológicos y de Instrumentación e Internet	7
2.1.1 El Corazón	7
2.1.2 Anatomía del Corazón	7
2.1.3 Biopotenciales del Corazón	8
2.1.4 Señales Biomédicas	11
2.1.5 Características de las Señales Biomédicas	11
2.1.6 Clasificación de las Señales Biomédicas	11
2.2 Electrocardiograma	12
2.2.1 Definición	12
2.2.2 Características del Electrocardiograma Normal	13
2.2.3 Derivaciones del Electrocardiograma	14
2.2.4 Derivaciones Bipolares de las Extremidades (I, II y III)	14
2.2.5 Derivaciones Unipolares o Aumentadas de las Extremidades (aVR, aVL y aVF). 15	
2.2.6 Derivaciones Precordiales (V1 a V6)	16
2.2.7 Tecnologías de la Información y Comunicación	17
2.2.7.1 Internet y la Banda Ancha	17
2.2.7.2 Banda Ancha	18

2.2.7.3	Red de Telecomunicaciones de Banda Ancha.....	19
2.2.8	Servicio de Internet	21
2.2.9	Telemedicina	22
CAPÍTULO 3		23
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL		23
3.1	Realidad de Ocongate	24
3.1.1	Generalidades.....	24
3.1.1.1	Ubicación.....	24
3.1.1.2	Población.....	25
3.1.2	Diagnóstico de la Situación Actual.....	25
3.1.2.1	Socio Económica.....	25
3.1.2.1.1	Demografía.....	25
3.1.2.1.2	Urbanidad y Ruralidad.....	26
3.1.2.1.3	Economía.....	28
3.1.2.1.4	Pobreza	29
3.1.2.1.5	Centros Poblados de Ocongate.....	30
3.1.3	Situación de Salud	31
3.1.3.1	Cobertura de Salud	31
3.1.3.2	Indicadores de Salud	34
3.1.3.3	Situación del Centro de Salud de Ocongate.	37
3.2	Necesidades en Cuanto a Problemas Cardiológicos.....	38
3.3	Requerimientos de Diseño.....	38
3.3.1	Descripción del Diagrama de Bloques.....	39
3.3.2	Diseño de Hardware.....	40
3.3.2.1	Electrodos	40
3.3.2.2	Protección al Paciente.....	42
3.3.2.3	Seguidor de Voltaje – Buffer.....	42
3.3.2.4	Procedimiento de Diseño del Buffer.....	42
3.3.2.5	Amplificador de Instrumentación del ECG	43
3.3.2.6	Función de Transferencia y Calculo del Amplificador	45
3.3.2.7	Calculo de las Resistencias.....	47
3.3.2.8	Calculo de los Condensadores.....	47
3.3.2.9	Filtro Pasabanda.....	48
3.3.2.10	Filtro Pasabajo	48
3.3.2.11	Calculo de Condensadores y Resistencias	50
3.3.2.12	Filtro Pas Altos.....	52
3.3.2.13	Calculo de Resistencias y Condensadores	53
3.3.2.14	Filtro Notch o rechaza Banda.....	55
3.3.2.15	Calculo de Resistencias y Condensadores	58
3.3.2.16	Acondicionamiento de la Señal Electrocardiografica.....	59

3.3.2.17	Calculo de Circuito Acondicionador de la Señal	60
3.3.2.18	Etapa Digital	61
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77
	ASPECTO ADMINISTRATIVO	81
	Costos y Presupuestos	82
	ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Ubicación del Corazón [1].....	7
Figura 02. Anatomía del Corazón [3]	8
Figura 03. Proceso de despolarización del corazón. [4]	9
Figura 04. Señal de Potencial de Acción [7]	10
Figura 05. Electrocardiograma Normal [11].	13
Figura 06. Derivación I [12]	14
Figura 07. Derivación II [12].	14
Figura 08. Derivación III.[12]	15
Figura 09. Derivación aVR. [12]	15
Figura 10. Derivación aVL. [12].....	15
Figura 11. Derivación aVF [12].	16
Figura 12. Derivaciones precordiales.[11].....	16
Figura 13. Estructura de las Redes de Banda Ancha para el Acceso a Internet [14]	19
Figura 14. Lugar de Acceso a Internet en el Peru. [16] [17].	21
Figura 15. Ubicación del Distrito de Ocongate. [19]	25
Figura 16. Red de Servicios de Salud Cusco Sur.....	34
Figura 17. Micro Red Ocongate.	34
Figura 18. Centro de Salud de Ocongate. [18]	39
Figura 19. Diagrama de Bloques	41
Figura 20. Circuito Equivalente para un electrodo de biopotenciales en contacto con un electrolito.....	42
Figura 21. Interface electrodo – piel.....	43
Figura 22. Electrodo de Succión.	43
Figura 23: Circuito Seguidor de Voltaje – Buffer.....	45
Figura 24. Configuración de un amplificador de instrumentación.[29].....	46
Figura 25. Circuito 1 - Buffers y Amplificador de Instrumentación.....	47
Figura 26. Circuito 2 – Filtro Pasa Banda	50
Figura 27: Configuración Sallen-Key filtro pasa bajo de segundo orden.....	50
Figura 28. Filtro pasa bajo.....	54
Figura 29: Configuración Sallen-Key filtro pasa alto de segundo orden.....	54
Figura 30. Filtro Pasa Altos	56
Figura 31: Curva característica de un Filtro Notch o filtro de muesca	57
Figura 32: Respuesta en Frecuencia dependiendo del valor Q.....	58
Figura 33: Configuración del Filtro Notch.....	58
Figura 34 – Filtro Notch en una sola etapa	59

Figura 35 – Esquemático de los dos Filtros Notch de tercer orden	61
Figura 36. Circuito Acondicionador de la Señal ECG.	62
Figura 37. Distribución de Pines del Microcontrolador 18F4550	64
Figura 38 Nomenclatura de los pines de los conectores USB.....	65
Figura 39. Esquema final del Circuito de Adquisición.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Clasificación de las Señales Biomédicas [10].....	12
Tabla 02. Banda Ancha en Otros Países. [14].....	18
Tabla 03. Medios de Transporte – Banda Ancha.....	20
Tabla 04. Tecnologías Utilizadas - Banda Ancha. [14].....	20
Tabla 05. Población estimada por años calendario y sexo según departamento, provincia distrito 2012-2015 [20]	25
Tabla 06. Población total, extensión y densidad poblacional, Distrito de Ocongate 2007.[19] .	26
Tabla 07. Población Urbana y rural Distrito de Ocongate 2007.[19].....	27
Tabla 08. Estructura poblacional según género, distrito de ocongate, 2,007 [19].....	27
Tabla 09. edad fértil y el promedio de hijos por mujer, distrito de ocongate, 2,007 [19]	28
Tabla 10. Población económicamente activa, distrito de ocongate 2,007 [19].....	29
Tabla 11. Población de 6 años y más según pea ocupada, desocupada y tasa de desempleo, distrito de Ocongate, 2,007 [19].....	29
Tabla 12. Población Económicamente activa, Distrito de Ocongate [19]	30
Tabla 13. Pobreza monetaria, distrito de Ocongate, 2,007 [19]	31
Tabla 14. Establecimientos de Salud, Provincia de Quispicanchis, 2,013 [27]	32
Tabla 15. Establecimientos de Salud, Red Cusco Sur, Distrito de Ocongate 2013 [27]	33
Tabla 16. Desnutrición crónica, tasa de mortalidad general, tasa mortalidad infantil y tasa de natalidad distrito de Ocongate, 2,010 [19].....	35
Tabla 17. Diez primeras causas de morbilidad, provincia de Quispicanchis 2012 [27].....	37
Tabla 17. Diez primeras causas de mortalidad, provincia de Quispicanchis 2012 [27].....	36
Tabla 18 Características del Microcontrolador 18F4550	64
Tabla 18. Diez primeras causas de morbilidad, Red Cusco Sur 2012 [27]	38
Tabla 19: Características técnicas del Diodo 1N4148	43

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

El estudio de las señales electrocardiográficas es uno de los exámenes médicos básicos que permiten diagnosticar de forma no invasiva alteraciones cardiovasculares de una manera rápida y eficiente, siendo así un factor determinante en la calidad de vida de la población. Es por ello, que en las últimas décadas se han investigado distintos métodos que tienen por objetivo el análisis e interpretación de este tipo de registros. Sin embargo, siendo básico este examen en las personas, las poblaciones rurales alejadas no cuentan con la disponibilidad ni el acceso a este tipo de exámenes clínicos que son de mucha importancia para la prevención de patologías cardiológicas o diagnóstico de patologías que requieren ser atendidas de manera urgente en un centro más especializado.

El presente trabajo pretende plantear una herramienta para la adquisición y transmisión de señales electrocardiográficas de bajo costo, el mismo que pueda estar a disposición de los sectores involucrados en la atención de la salud para su implementación y aplicación en el Centro de Salud del Distrito de Ocongate Provincia de Quispicanchis, departamento de Cusco y en general en los Centros de Salud de las zonas rurales y de esta manera poder transmitir las señales electrocardiográficas de los pacientes hacia un Hospital en el cual se disponga de profesionales especializados para la lectura e interpretación de las Señales electrocardiográficas.

CAPÍTULO 1
GENERALIDADES

1.1 Generalidades

1.1.1 Planteamiento del Problema

El distrito de Ocongate cuenta con un Centro de Salud de nivel I-3 el mismo que cuenta con personal médico y equipamiento biomédico insuficientes para atender y diagnosticar patologías de mediana y alta complejidad. Se indica que dentro de los profesionales faltantes es el médico en la especialidad de cardiología, siendo esta especialidad básica e importante para realizar exámenes de electrocardiograma de rutina y detección de enfermedades cardiovasculares en los pobladores de dicha población. Así mismo, se indica que sumado a la falta del médico especialista mencionado es la carencia de un equipo de electrocardiografía que pueda ser utilizado para la atención de los pacientes de dicha localidad.

El distrito de Ocongate está ubicado a 108 km de distancia de la ciudad de Cusco y a una altitud de 3540 msnm, con una vía terrestre accidentada por la geografía típica de cordillera, teniendo una población dedicada a la agricultura y ganadería y de acuerdo al informe del programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, el distrito de Ocongate el 2003 se ubicó en el puesto 1767 de los 1828 Municipios Distritales existentes en el país y posteriormente en el 2005 ocupa el puesto 1974 de los 1831 distritos, lo que significa que el distrito de Ocongate está considerado como muy pobre.

En este sentido, tomando en cuenta lo indicado, se plantea brindar un aporte desde el campo de la ingeniería hacia el sector salud, desarrollando un diseño de un sistema para la adquisición y transmisión de señales electrocardiográficas de pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco, lugar en el que se dispone de médicos especialistas en cardiología para la atención de los mismos, esto con el propósito de establecer una alternativa de brindar salud de manera oportuna a los pobladores y a un bajo costo.

1.1.2 Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional

1.1.2.1 Objetivo General

Diseñar un Sistema de Transmisión de Señales Electrocardiográficas de Pobladores del Distrito de Ocongate hacia el Hospital Regional de Cusco.

1.1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir la problemática de Salud de la población del distrito de Ocongate.
- Determinar requerimientos de diseño
- Proponer el instrumentación adecuada para los sistemas de sensado y transmisión
- Estimar costos de equipos y servicios

CAPÍTULO 2
FUNDAMENTACIÓN
TEÓRICA

2.1 Fundamentos Fisiológicos y de Instrumentación e Internet

2.1.1 El Corazón

Es un órgano que tiene como función principal bombear la sangre por los vasos para que llegue a todos los tejidos del organismo. Está situado en la región llamada mediastino, entre los pulmones, por encima del diafragma, detrás del esternón y por delante de la columna vertebral (ver figura 1) [1].

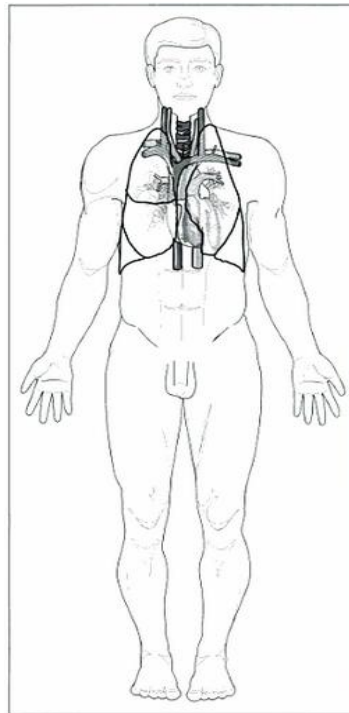


Figura 01. Ubicación del Corazón [1]

2.1.2 Anatomía del Corazón

El corazón pesa entre 7 y 15 onzas (200 y 425 gramos) y es un poco más grande que una mano cerrada. Al final de una vida larga, el corazón de una persona puede haber latido (haberse dilatado y contraído) más de 3500 millones de veces. Cada día, el corazón medio late 100000 veces, bombeando aproximadamente 2000 galones (7571 litros) de sangre. El corazón se encuentra entre los pulmones en el centro del pecho, detrás y levemente a la izquierda del esternón. Una membrana de dos capas, denominada pericardio envuelve el corazón como una bolsa. La capa externa del pericardio rodea el nacimiento de los principales vasos sanguíneos del corazón y está unida a la espina dorsal, al diafragma y a otras partes del cuerpo por medio de ligamentos. La capa interna del pericardio está unida al músculo cardíaco. Una capa de

líquido separa las dos capas de la membrana, permitiendo que el corazón se mueva al latir a la vez que permanece unido al cuerpo.

El corazón tiene cuatro cavidades. las cavidades superiores se denominan aurícula izquierda y aurícula derecha y las cavidades inferiores se denominan ventrículo izquierdo y ventrículo derecho. Una pared muscular denominada tabique separa las aurículas izquierda y derecha y los ventrículos izquierdo y derecho. El ventrículo izquierdo es la cavidad mas grande y fuerte del corazón. Las paredes del ventrículo izquierdo tienen un grosor de solo media pulgada (poco más de un centímetro), pero tienen la fuerza suficiente para impulsar la sangre a través de la válvula aórtica hacia el resto del cuerpo. En la figura 2 se muestra las diferentes partes que componen el corazón [2].

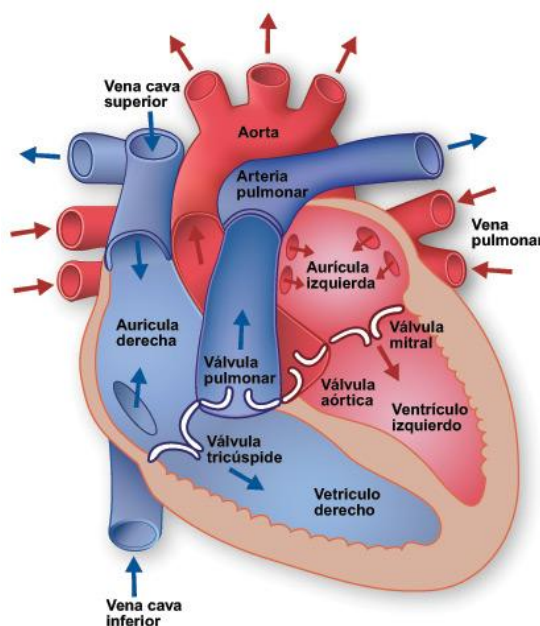


Figura 02. Anatomía del Corazón [3]

2.1.3 Biopotenciales del Corazón

El origen de la señal electrocardiográfica se encuentra en las células del músculo cardíaco. Perturbaciones eléctricas muy pequeñas pueden causar que este órgano vital deje de bombear sangre necesaria para mantener la vida. Un latido cardíaco consiste en una contracción (sístole), y una relajación (diástole), rítmicas y secuenciales de todo el músculo cardíaco. La contracción de cada célula está asociada a un potencial de acción (PA) en dicha célula. La producción de los potenciales de acción es debida a cambios en la permeabilidad (conductancia) para los iones Na^+ , K^+ y Ca^{2+} que presentan una distribución desigual dentro y fuera de la célula en reposo. La actividad eléctrica del corazón se inicia en las células musculares especiales localizadas en la aurícula derecha denominadas células marcapasos del nódulo sinoatrial (SA), y se propaga de una célula a otra, puesto que las células están eléctricamente acopladas a través de las uniones en sus membranas. El acoplamiento eléctrico de las células miocárdicas y la existencia de células especializadas en la conducción eléctrica

entre aurículas y ventrículos, hace que la onda de despolarización surgida en las células marcapasos se propague rápidamente a través de todo el musculo cardiaco, permitiendo así que las células se contraigan de forma sincronizada. La naturaleza y el grado de acoplamiento determinan el patrón con que se propagara la onda eléctrica de excitación a todo el corazón y también influye en la velocidad de conducción [2].

En el corazón de los mamíferos, la onda de despolarización se propaga desde el nódulo sinoatrial (SA) hacia ambas aurículas, las cuales se despolarizan y se contraen. Las aurículas están conectadas eléctricamente a los ventrículos tan solo a través del nódulo aurícula – ventricular (AV). La excitación se propaga al ventrículo a través de una serie de fibras especiales, que permiten que todas las fibras musculares del ventrículo se contraigan también sincrónicamente, pero un tiempo después (figura 3). El significado funcional de la organización eléctrica del miocardio es su capacidad para generar contracciones sincrónicas y separadas de las aurículas y los ventrículos. Así, la propagación del estímulo cardiaco desde las aurículas a los ventrículos permite que la contracción de las aurículas preceda a la de los ventrículos y proporciona un desfase de tiempo que permite el paso de sangre desde las aurículas a los ventrículos.

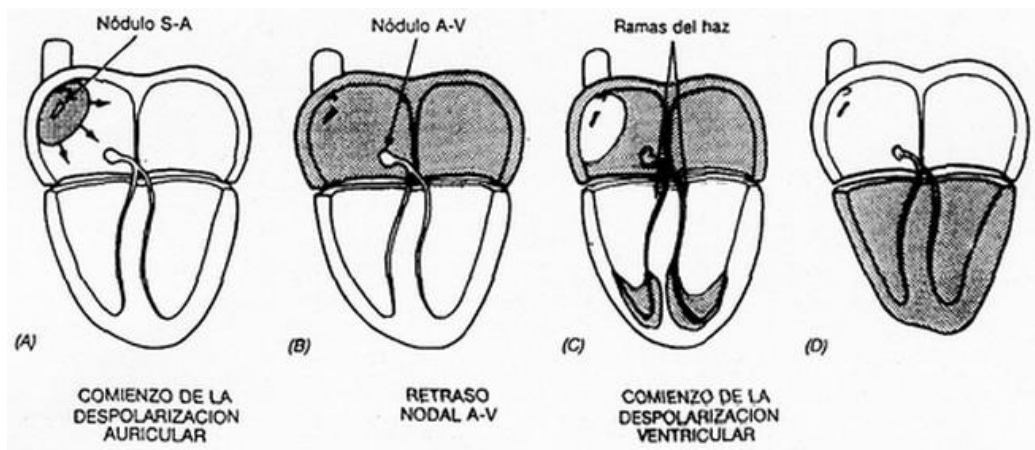


Figura 03. Proceso de despolarización del corazón. [4]

Las células cardiacas tienen un potencial de reposo negativo (-90mV), cuando se inicia la actividad eléctrica, este potencial se hace mas positivo, a ese proceso se le llama despolarización. Cuando finaliza el ciclo, el potencial se hace nuevamente mas negativo (retorna al potencial de reposo), a este proceso se le llama repolarización.

En la figura 4 se muestra la señal perteneciente a un potencial de acción. Durante la diástole hay un potencial en la célula que puede variar entre -50mV a -90mV, es el potencial de reposo y está determinado fundamentalmente por la relación entre las concentraciones intra y extracelulares de K+, debido a esto la célula está cargada negativamente. [5][6].

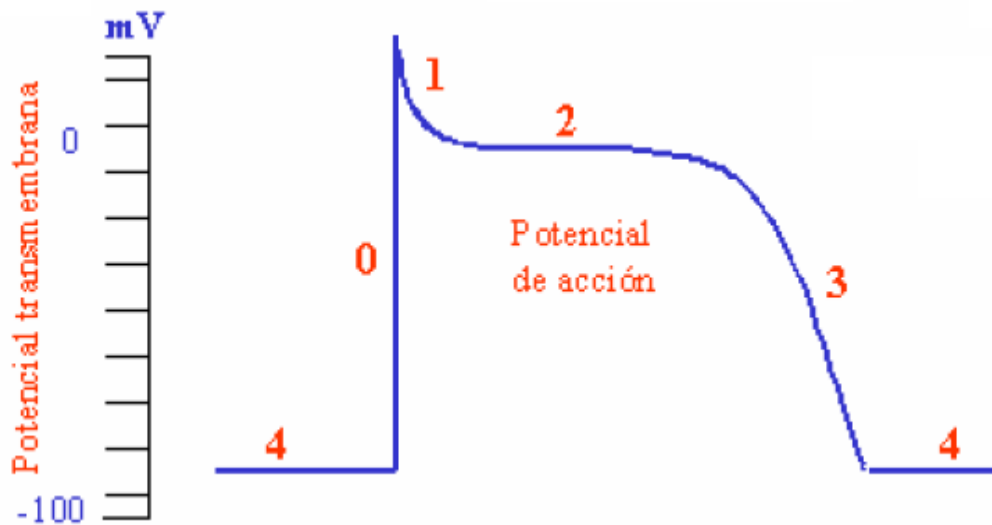


Figura 04. Señal de Potencial de Acción [7]

En la fase 0 hay un incremento rápido de potencial seguido por un corto periodo de repolarización en la fase 1. Luego viene la etapa de la meseta o fase 2 y de ahí el potencial se vuelve más negativo en la fase 3 para retornar al estado de reposo. La fase 4 corresponde al intervalo entre la completa repolarización y el nuevo potencial de acción. El potencial de acción se debe a cambios en la permeabilidad a los iones de sodio, calcio y potasio. Las diversas fases del potencial de acción cardíaco corresponden a cambios en la conductancia (índice de permeabilidad de la membrana para un ion) de la membrana celular a estos iones. [5][7]

La fase 0 se debe a la caída gradual de la permeabilidad de potasio que genera un flujo de iones de sodio hacia el interior de la membrana celular y por lo tanto valores menos negativos en la misma. Los canales para el ion de sodio son de apertura rápida, a ello se debe la despolarización rápida. En la fase 1 se da una corta repolarización por la salida de potasio. En la fase 2 se da la meseta debido al ingreso de iones de calcio, que sumando al flujo de potasio saliente, se cancela y el potencial se mantiene casi constante. La fase 3 se debe al incremento en el flujo de iones de calcio y la corriente de repolarización originada por el potasio predomina y genera que se retorne al potencial de reposo (fase 4). Pasa un tiempo para que la célula genere otro potencial de acción. A este tiempo se le llama periodo refractario. [5][6][7].

2.1.4 Señales Biomédicas

Las señales biomédicas son aquellas que contienen información acerca de las actividades funcionales (actividad muscular, actividad del corazón, etc.), estas señales son extraídas del cuerpo humano y son utilizados para realizar diagnóstico para enfermedades o utilizadas para investigación.

2.1.5 Características de las Señales Biomédicas

Las señales biomédicas tienen un rango de frecuencia de 0.01 Hz hasta 1KHz, además poseen una amplitud entre 100uV y 1mV.

Las señales se clasifican de diferentes maneras pero las principales son:

- De acuerdo a la fuente: esta clasificación se define según su origen o naturaleza física.
- De acuerdo a la aplicación médica: las señales son adquiridas y procesadas para usar en el diagnóstico o tratamiento. Como se menciona esta clasificación es de acuerdo a la aplicación en donde se usará.
- De acuerdo a las características de la señal: desde el punto de vista de análisis esta clasificación es la más relevante.

Estas señales son usadas por el profesional médico para el diagnóstico y tratamiento de distintas anomalías del cuerpo humano, para esto es necesario realizar la adquisición de estas señales. [8][9]

2.1.6 Clasificación de las Señales Biomédicas

A continuación se puede observar la clasificación de las diferentes señales biomédicas según la tabla 1.

Tabla 01. Clasificación de las Señales Biomédicas [10]

Classification	Acquisition	Frequency Range	Dynamic Range	Comments
Bioelectric				
Action potential	Microelectrodes	100 Hz–2 kHz	10 μ V–100 mV	Invasive measurement of cell membrane potential
Electroneurogram (ENG)	Needle electrode	100 Hz–1 kHz	5 μ V–10 mV	Potential of a nerve bundle
Electroretinogram (ERG)	Microelectrode	0.2–200 Hz	0.5 μ V–1 mV	Evoked flash potential
Electro-oculogram (EOG)	Surface electrodes	dc–100 Hz	10 μ V–5 mV	Steady-corneal-retinal potential
Electroencephalogram (EEG)				
Surface	Surface electrodes	0.5–100 Hz	2–100 μ V	Multichannel (6–32) scalp potential
Delta range		0.5–4 Hz		Young children, deep sleep and pathologies
Theta range		4–8 Hz		Temporal and central areas during alert states
Alpha range		8–13 Hz		Awake, relaxed, closed eyes
Beta range		13–22 Hz		
Sleep spindles		6–15 Hz	50–100 μ V	Bursts of about 0.2 to 0.6 s
K-complexes		12–14 Hz	100–200 μ V	Bursts during moderate and deep sleep
Evoked potentials (EP)	Surface electrodes		0.1–20 μ V	Response of brain potential to stimulus
Visual (VEP)		1–300 Hz	1–20 μ V	Occipital lobe recordings, 200-ms duration
Somatosensory (SEP)		2 Hz–3 kHz		Sensory cortex
Auditory (AEP)		100 Hz–3 kHz	0.5–10 μ V	Vertex recordings
Electrocorticogram	Needle electrodes	100 Hz–5 kHz		Recordings from exposed surface of brain
Electromyography (EMG)				
Single-fiber (SFEMG)	Needle electrode	500 Hz–10 kHz	1–10 μ V	Action potentials from single muscle fiber
Motor unit action potential (MUAP)	Needle electrode	5 Hz–10 kHz	100 μ V–2 mV	
Surface EMG (SEMG)	Surface electrodes			
Skeletal muscle		2–500 Hz	50 μ V–5 mV	
Smooth muscle		0.01–1 Hz		
Electrocardiogram (ECG)	Surface electrodes	0.05–100 Hz	1–10 mV	
High-Frequency ECG	Surface electrodes	100 Hz–1 kHz	100 μ V–2 mV	Notches and slus waveforms superimposed on the ECG.

2.2 Electrocardiograma

2.2.1 Definición

El electrocardiograma (ECG) es el registro gráfico, en función del tiempo, de las variaciones de potencial eléctrico generadas por el conjunto de células cardíacas y recogidas en la superficie corporal.

Las variaciones de potencial eléctrico durante el ciclo cardíaco producen las ondas características del ECG.

Cuando el impulso cardíaco atraviesa el corazón, la corriente eléctrica se propaga también a los tejidos que le rodean, y una parte de la misma se extiende difusamente por todas partes hasta llegar a la superficie del cuerpo. Si se colocan unos electrodos sobre la piel a uno y otro lado del corazón, se puede registrar los potenciales eléctricos generados por esa corriente; el trazado de esos registros se conoce como electrocardiograma [3].

2.2.2 Características del Electrocardiograma Normal

El electrocardiograma normal está formado por una onda P, un complejo QRS y una onda T. Es frecuente que el complejo QRS tenga tres ondas separadas, la onda Q, la onda y la onda S, aunque no siempre ocurre así.

La onda P se debe a los potenciales eléctricos generados cuando las aurículas se despolarizan antes de cada contracción auricular. El complejo QRS se debe a los potenciales que se generan cuando los ventrículos se despolarizan antes de contraerse, es decir, conforme la onda de despolarización se extiende a través de los ventrículos.

Por consiguiente, tanto la onda P como los elementos integrantes del complejo QRS son ondas de despolarización.

La onda T se debe a los potenciales que se generan cuando los ventrículos se recuperan de su estado de despolarización. Este proceso se produce normalmente en el musculo ventricular de 0.25 a 0.35 s después de la despolarización, y la onda T se conoce como onda de repolarización [3]. En la figura 5 se observa las ondas de un electrocardiograma normal.

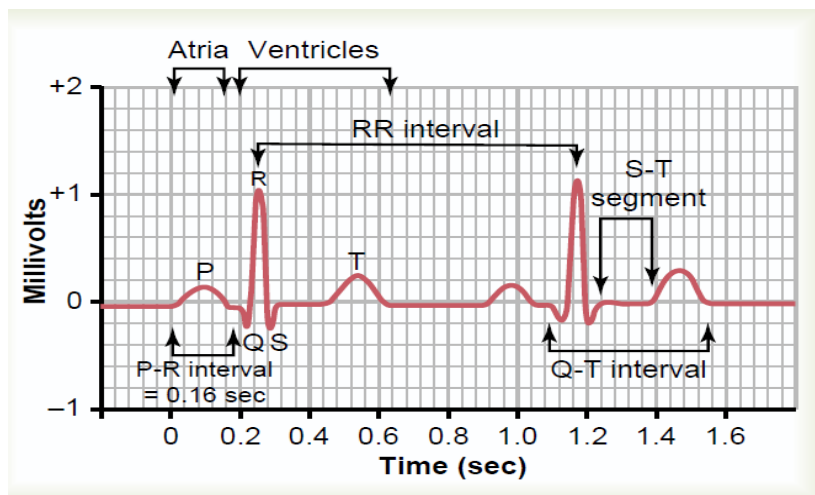


Figura 05. Electrocardiograma Normal [11].

2.2.3 Derivaciones del Electrocardiograma

La ubicación de electrodos en distintas zonas del cuerpo permite analizar la actividad eléctrica cardiaca en forma mucho más completa que desde solo un sitio.

2.2.4 Derivaciones Bipolares de las Extremidades (I, II y III)

En la figuras 5,6,7,8,9,10 y11 se representan las conexiones eléctricas que se establecen entre las extremidades del paciente y el equipo para obtener el registro electrocardiográfico de las llamadas derivaciones estándar bipolares de las extremidades. El término bipolar significa que miden la diferencia de voltaje entre un electrodo negativo y otro positivo [3]:

- Derivación I: diferencia de potencial entre brazo izquierdo y derecho.

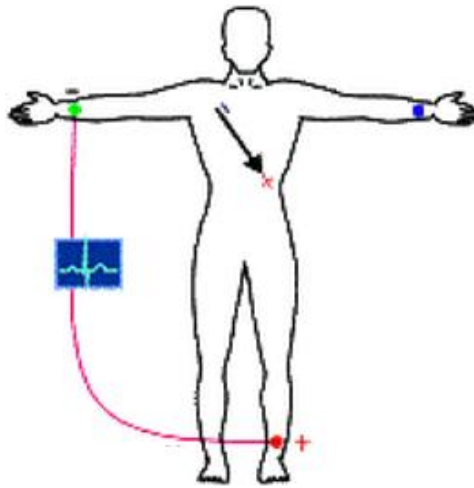


Figura 06. Derivación I [12]

- Derivación II: diferencia de potencial entre pierna izquierda y brazo derecho.

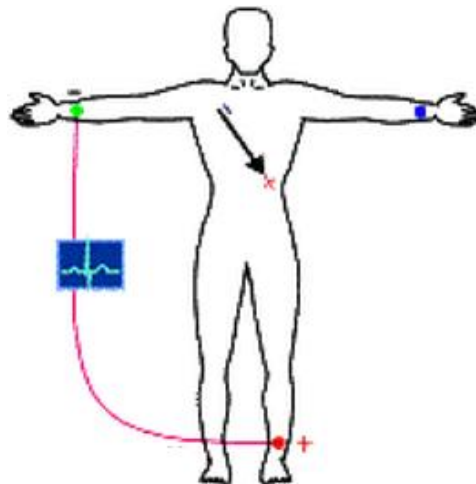


Figura 07. Derivación II [12].

- Derivación III: diferencia de potencial entre pierna izquierda y brazo izquierdo.

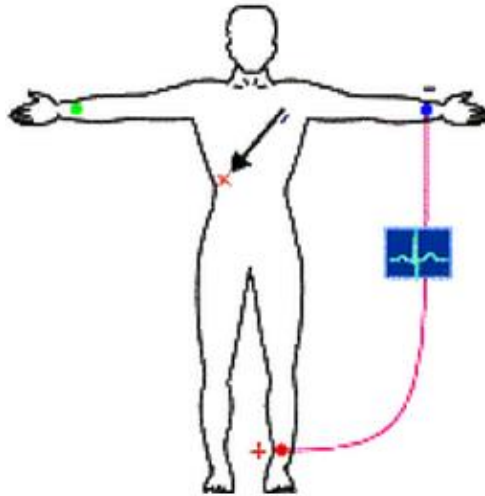
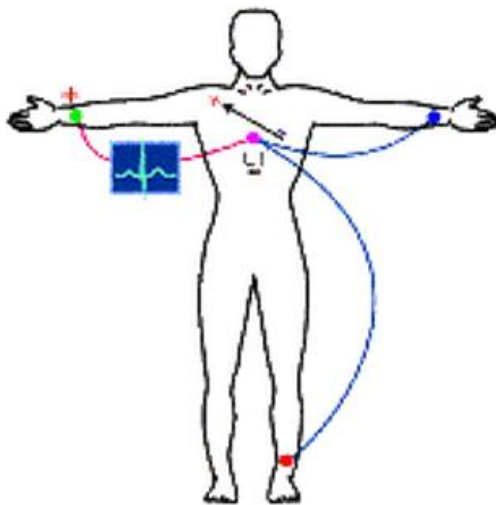


Figura 08. Derivación III.[12]

2.2.5 Derivaciones Unipolares o Aumentadas de las Extremidades (aVR, aVL y aVF).

Estas derivaciones miden el potencial eléctrico entre un electrodo positivo y una central terminal creada en el circuito del electrocardiógrafo por combinación de las corrientes eléctricas provenientes de los electrodos posicionados en ambos brazos y la pierna izquierda y cuyo potencial eléctrico es cero. En la derivación aVR el electrodo positivo está en el brazo derecho y es comparado con los electrodos de la pierna y brazo izquierdo. En aVL el electrodo positivo está en el brazo izquierdo y se compara con el del brazo derecho y pierna izquierda. En aVF el electrodo positivo está en la pierna izquierda y se compara con ambos brazos.



F
Figura 09. Derivación aVR. [12]

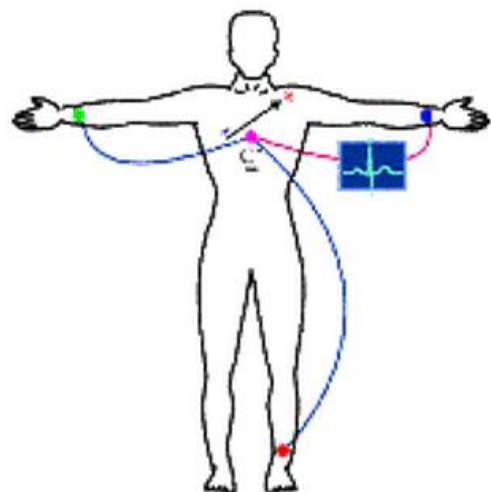


Figura 10. Derivación aVL. [12]

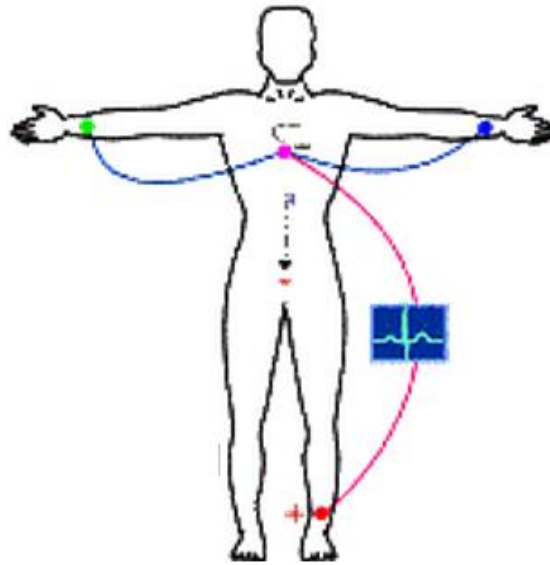


Figura 11. Derivación aVF [12].

2.2.6 Derivaciones Precordiales (V1 a V6)

También son unipolares, pero como tienen mayor cercanía con el corazón las señales registradas son amplias por lo que no necesitan ser aumentadas como las unipolares de las extremidades. El electrodo positivo se ubica en distintos puntos de la región precordial y la terminal central esta conectada a los tres electrodos de las extremidades. Las derivaciones V1 y V2 esta ubicadas sobre el ventrículo derecho, V3 y V4 sobre el septum interventricular y V5 y V6 sobre el ventrículo izquierdo. [11]

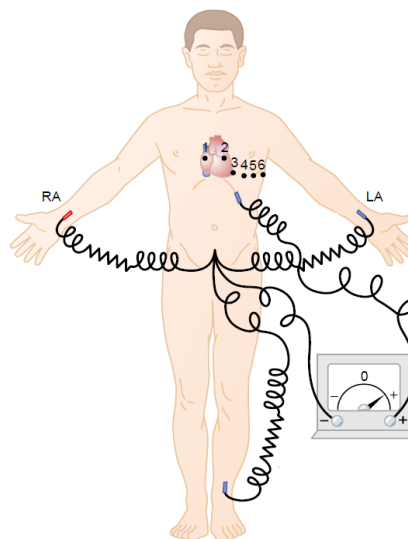


Figura 12. Derivaciones precordiales.[11]

2.2.7 Tecnologías de la Información y Comunicación

Los avances en las Tecnologías de Comunicación e Información (TIC) son fundamentales para el crecimiento de los Sistemas de Salud a distancia. La necesidad de cuantificar la incorporación de las TIC en la población, en particular Internet, cuyo uso se ha incrementado durante los últimos años, y el interés sociológico y económico por la utilización que conlleva estos medios, requiere de la disponibilidad de estadísticas de TIC fiables.[13]

2.2.7.1 Internet y la Banda Ancha

Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación y computadores, interconectados entre sí mediante un mismo protocolo de comunicación (IP, de la arquitectura TCP/IP), formando una red internacional de alcance mundial públicamente accesible, a través de la cual se proporcionan servicios de información y comunicación de diversa índole, como son los servicios de contenido, el correo electrónico, la voz sobre IP, las redes sociales, entre otros. [14]

En los inicios del internet, una de las tecnologías de transmisión de datos predominante fue X.25, cuya velocidad estaba en el rango entre 1200 bps y 64 Kbps. En el transcurso del tiempo, estas tecnologías fueron evolucionando, siendo que a la fecha, las velocidades se observan en el núcleo de las redes de los ISP están en el orden de los Gbps.

Con respecto al uso del internet, dados los altos costos de los enlaces de comunicaciones su uso inicialmente estaba restringido a redes gubernamentales, académicas, de investigación y del sector empresarial. Es preciso señalar que uno de los pilares para la masificación del acceso a internet fue la utilización del servicio telefónico como medio de acceso, denominado "Dial - Up", el cual permite que a través del uso de módems, los computadores puedan efectuar llamadas telefónicas (utilizando las redes y servicios de telefonía fija) y establecer comunicaciones de datos, siendo que de esta forma es posible conectarse a internet a bajas velocidades (la máxima velocidad que se puede alcanzar en este tipo de acceso es de 56Kbps).

A las tecnologías de acceso, con velocidades comparables al "Dial - Up" también se les denomina de banda angosta. Posteriormente, se desarrollaron nuevas tecnologías de acceso denominadas de Banda Ancha, las cuales permiten mayores velocidades de transmisión de datos, sin necesidad de utilizar el servicio de telefonía fija.

Las empresas de telecomunicaciones que prestan el servicio de acceso a internet, son denominadas Proveedores de Servicios de Internet o ISP (por sus siglas en inglés Internet Service Providers). Con la finalidad de brindar el acceso a internet, los ISPs necesitan desplegar sus redes de telecomunicaciones hasta lograr la conectividad con los equipos terminales de los usuarios (computadoras personales, portátiles, teléfonos, etc.), para lo cual se diseñan las redes con diversas topologías y tecnologías.

Las conexiones de banda ancha, permiten acceder a conocimientos y servicios de diversa índole como educación, salud, trabajo, entre otros, por lo cual incrementa la productividad y contribuye al crecimiento económico y social de un país.

2.2.7.2 Banda Ancha

La banda ancha puede ser entendida como una conexión a internet en forma permanente, permitiendo al usuario estar siempre “en línea”, a velocidades que le permite obtener y proporcionar información multimedia interactivamente y acceder a diversas aplicaciones y servicios.

En el Perú si bien no se ha adoptado expresamente una definición de Banda Ancha, aquellas conexiones cuyas velocidades de transmisión de datos son superiores a las que alcanzan las comunicaciones vía dial – up, tanto de forma alámbrica como inalámbrica.

En el ámbito internacional, existe una diversidad de definiciones de Banda Ancha. Así la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) se ha referido a este concepto desde diversas perspectivas, sin embargo en recientes informes estadísticos, la UIT ha considerado como Banda Ancha a aquellas conexiones con acceso a velocidades de bajada (es decir hacia el cliente) iguales o mayores a 256 Kbps [14]. En la tabla 2 se muestra un comparativo internacional:

Tabla 02. Banda Ancha en Otros Países. [14]

País/Organismo	Velocidad de banda ancha
UIT	256 Kbps en el Downlink, incluye banda ancha fija y banda ancha móvil.
OCDE	256 Kbps en el Downlink
Brasil: Ministerio de Comunicaciones (1)	El acceso al flujo del tráfico que permita a los consumidores individuales o corporativos, fijos o móviles, disfrutar con calidad un conjunto de servicios y aplicaciones de voz, datos y video.
Canadá: Radio-Television and Telecommunications Commission (2)	1.5 Mbps en el Downlink, incluye Cablemodem, ADSL y banda ancha móvil.
Colombia: Comisión de Regulación (3)	1024Kbps en el Downlink y 512Kbps en el Uplink (Velocidad Efectiva), ya sea para banda ancha alámbrica como inalámbrica
Ecuador: Consejo Nacional de Telecomunicaciones (4)	256 en el Downlink y 128 en el Uplink (Velocidad Efectiva)
Estados Unidos: Federal Communications Commission (5)	4 Mbps en downstream 1 Mbps en upstream
India: Telecom Regulatory Authority (6)	512Kbps en el Downlink, y 256 en el Uplink, incluye banda ancha alambica e inalámbrica.
Noruega: Norwegian Post and Telecommunications Authority (7)	640Kbps de velocidad percibida en el Downlink y 128 Kbps en el Uplink

2.2.7.3 Red de Telecomunicaciones de Banda Ancha

La estructura actual de las redes de telecomunicaciones de Banda Ancha para el acceso a Internet, está conformada en términos generales por los elementos que se observan en la figura 13.

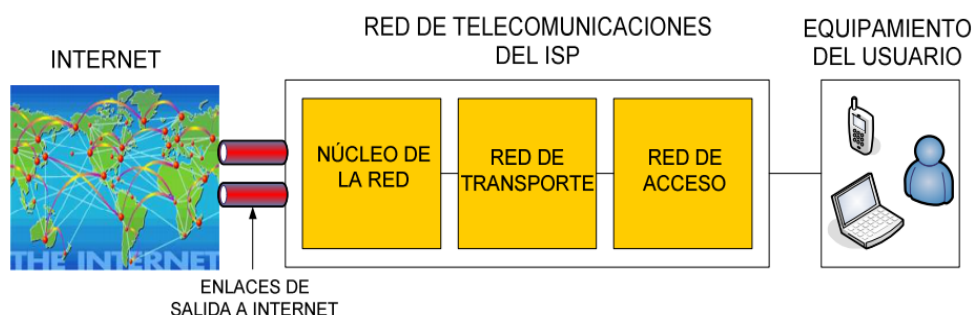


Figura 13. Estructura de las Redes de Banda Ancha para el Acceso a Internet [14]

Estas redes para brindar acceso a internet a los usuarios, requieren contar con una serie de elementos, entre ellos:

a) Enlaces de Salida a Internet

Son enlaces de comunicaciones de alta velocidad que permiten interconectar la red de telecomunicaciones del ISP con internet. En términos generales, existen dos tipos de enlaces:

- Enlaces Internacionales

Estos enlaces unen los países y continentes a través de cables submarinos de fibra óptica.

- Enlaces Locales

Son enlaces de comunicaciones con los puntos de intercambio de tráfico local, también conocidos como puntos de acceso a la red o NAP, por sus siglas en inglés (Network Acces Points). Usualmente estos enlaces son de fibra óptica.

b) **Red de Telecomunicaciones ISP**

Tiene los siguientes componentes:

i. **Núcleo de la Red**

Está compuesto principalmente por redes y equipos de comunicación de paquetes de alta capacidad y velocidad, que permiten concentrar el tráfico de todos los usuarios de la red y encaminar los datos desde y hacia internet, a través de los enlaces internacionales.

ii. Red de Transporte

Consiste en la infraestructura, medios de transmisión y equipos necesarios para transportar las señales de telecomunicaciones. Esta red está constituida por enlaces que unen distintas zonas de una misma ciudad, así como las diversas regiones y provincias del país, y utiliza principalmente tres clases de medios de transporte: fibra óptica, enlaces microondas y enlaces satelitales. En la Tabla 3 se describe el tipo de medio de la red, medio de transporte, velocidad e infraestructura necesaria.

Tabla 03. Medios de Transporte – Banda Ancha

Tipo de Medio	Medio de Transporte	Velocidad	Infraestructura necesaria
Alámbrico	Fibra óptica	Alta	Ductos subterráneos, postes, torres eléctricas.
Inalámbrico	Enlaces terrestres	Media	Torres de telecomunicaciones y antenas
	Enlaces satelitales	Baja	Hub y Terminales satelitales

iii. Red de Acceso

Consiste en la infraestructura, equipos de telecomunicaciones y medios de acceso necesarios para conectar los terminales de los usuarios con la red. Esta red tiene un alcance corto, de pocos kilómetros, generalmente dentro de un distrito, y utiliza principalmente alguna de las siguientes tecnologías: ADSL, DOCSIS, WiMAX, UMTS, HSPA, VSAT y líneas dedicadas. En la tabla 4 se describe en detalle datos técnicos de los mismos.

Tabla 04. Tecnologías Utilizadas - Banda Ancha. [14]

Tipo de Medio	Medio de Acceso	Tecnología más usada en el Perú	Velocidades típicas en el Perú	Infraestructura necesaria
Alámbrico	Medios Ópticos: Fibra óptica	Líneas dedicadas	Hasta 1 Gbps	Ductos subterráneos, postes.
	Medios Eléctricos: par de cobre, cable coaxial, otros	ADSL, DOCSIS (Cable Módem), Líneas dedicadas	Hasta 5 Mbps	Ductos subterráneos, postes.
Inalámbrico	Redes terrestres	Líneas dedicadas, WiMax, UMTS, HSPA.	Hasta 2 Mbps	Torres de telecomunicaciones y antenas
	Redes satelitales	VSAT	Hasta 512 Kbps	No requiere

Es preciso señalar, que actualmente las tecnologías ofrecidas por las empresas operadoras en el país para prestar el servicio de acceso a Internet móvil de banda ancha, son las tecnologías de acceso inalámbricas UMTS y HSPA. También las tecnologías GPRS y EDGE pueden brindar acceso a Internet móvil, aunque con velocidades bastante inferiores.

2.2.8 Servicio de Internet

La comisión de Estudio 13 del UIT-T adopta la definición técnica sobre terminología de la infraestructura mundial de la información:

“conjunto de redes interconectadas que utilizan el protocolo internet, que les permite funcionar como una única gran red virtual.”

Como consecuencia de la fase 1 de la Cumbre Mundial sobre la sociedad de la Información (CMSI) de las Naciones Unidas, se creó un Grupo de Trabajo sobre el gobierno de internet (WGIG), con un mandato específico, en particular el de formular una definición provisional de gobierno de Internet. [15]

La población peruana que accede a internet, lo realiza en mayor proporción a través de las cabinas públicas (50.6%), porcentaje menor en 4.3% al registrado en el año anterior (54.9%). Es importante resaltar el crecimiento continuo en el acceso a internet a través de los hogares (4% para el trimestre abril-mayo-junio), lo cual se relaciona en parte a una mayor oferta por parte de los proveedores de este servicio. [16] [17].

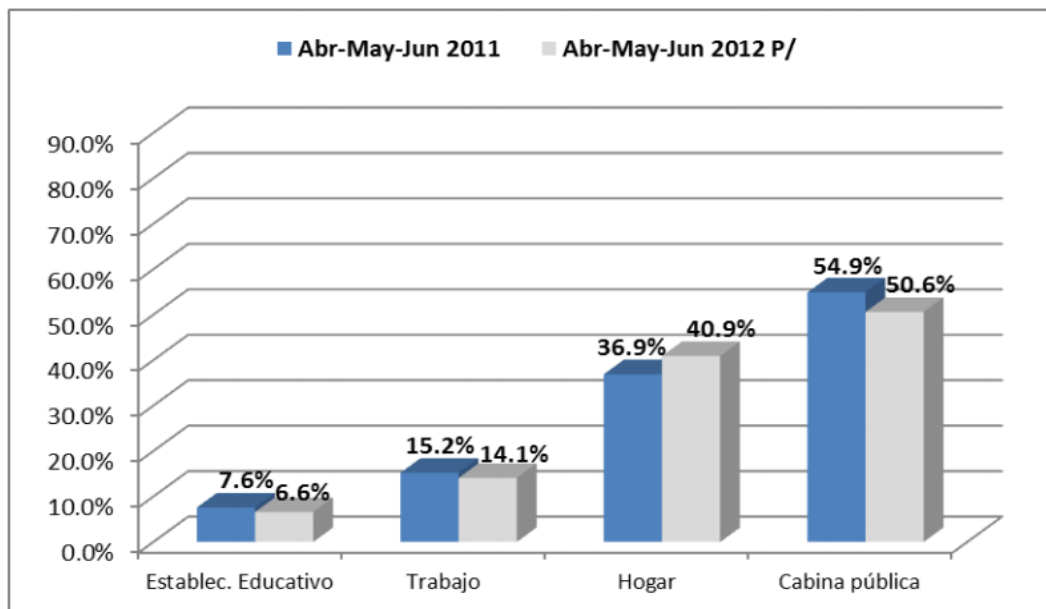


Figura 14. Lugar de Acceso a Internet en el Peru. [16] [17].

Según la encuesta Nacional de Hogares del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI), la conectividad a internet en zonas rurales es de 0.9 %. [16][17].

Aunque el internet es una herramienta muy extendida en el país, hay que considerar que en los centros de salud no siempre se cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de una red de área local (LAN), lo cual es importante para la implementación de sistemas de monitoreo más eficaces que permitan atender a mas pacientes.

2.2.9 Telemedicina

Es el uso de la telecomunicaciones para brindar cuidados de salud a distancia. Es un revolucionario sistema que aplica todo tipo de tecnología de comunicación con el propósito de reducir costos y permitir acceder fácilmente a los servicios de salud dando confiabilidad y garantizando privacidad.

Las aplicaciones mas comunes son las siguientes

- **Telerradiología:** Consiste en enlazar los sistemas de imágenes radiológicas a una red y distribuirlas hacia un terminal, generalmente a kilómetros de distancia.
- **Neurocirugía:** es el caso de la videoconferencia, a través del cual es posible transmitir imágenes de los pacientes en tiempo real y que varios médicos participen en una intervención quirúrgica desde lugares lejanos.
- **Atención Domiciliaria:** permite a los pacientes ser atendidos desde sus hogares o desde algún establecimiento lejano, realizar consultas y enviar datos de sus signos vitales a través de una red de datos o telefónica hacia un punto en un Hospital especializado.

En el Peru, es escaso el interés por el uso de estos sistemas de control a distancia, considerando que muchos casos de mortalidad por enfermedades coronarias han sido por no llevar un control de los signos vitales, es necesario realizar mas estudios en sistemas con el fin de mejorar la calidad de vida de las persona.

CAPÍTULO 3

**DESARROLLO DEL
TRABAJO DE
SUFICIENCIA
PROFESIONAL**

3.1 Realidad de Ocongate

3.1.1 Generalidades

3.1.1.1 Ubicación

El distrito de Ocongate es uno de los doce distritos de la Provincia de Quispicanchi, ubicada en el Departamento de Cusco, Perú, bajo la administración el Gobierno regional del Cusco.

Limita por el norte con el distrito de Ccarhuayo; por el sur con el distrito de Pitumarca, provincia de Canchis; por el sur oeste con los distritos de Quiquijana y Cusipata; por el este con el distrito de Marcapata; y por el oeste con los distritos de Ccatca y Urcos [18].



Figura 15. Ubicación del Distrito de Ocongate. [19]

3.1.1.2 Población

Según estimaciones del INEI para el año 2013, el distrito de Ocongate cuenta con 15,211 habitantes. Como se podrá apreciar la tasa de crecimiento intercensal es de 1.70%. En lo que se refiere al porcentaje entre varones y mujeres varía en un 2.1 %. Para el año 2013 se estiman 8,076 varones y 7,135 mujeres [20].

Tabla 05. Población estimada por años calendario y sexo según departamento, provincia distrito 2012-2015 [20]

POBLACIÓN ESTIMADA AL 30 DE JUNIO, POR AÑOS CALENDARIO Y SEXO,
SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO, 2012-2015

UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
		Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
080000	CUSCO	1,292,175	655,500	636,675	1,300,609	659,633	640,976	1,308,806	663,640	645,166	1,316,729	667,502	649,227
081200	QUISPICANCHI	88,967	45,693	43,274	89,175	45,814	43,361	89,359	45,924	43,435	89,517	46,020	43,497
081210	OCONGATE	15,211	8,076	7,135	15,350	8,175	7,175	15,485	8,272	7,213	15,614	8,366	7,248
% DISTRITO-PROVINCIA		17.10%	17.67%	16.49%	17.21%	17.84%	16.55%	17.33%	18.01%	16.61%	17.44%	18.18%	16.66%
% DISTRITO-DEPARTAMENTO		1.18%	1.23%	1.12%	1.18%	1.24%	1.12%	1.18%	1.25%	1.12%	1.19%	1.25%	1.12%

3.1.2 Diagnóstico de la Situación Actual

3.1.2.1 Socio Económica

3.1.2.1.1 Demografía

El desarrollo de la población como un complejísimo sistema, significa no solo el aumento del tamaño de la misma, sino que este último está acompañado constantemente, por cambios en su estructura por edades y géneros, estado civil, mortalidad por grupos de edades, etc., condicionados por la situación e historia de la misma [21].

El territorio perteneciente al distrito de Ocongate, se extiende a lo largo de 952.66 kilómetros cuadrados, en cuya jurisdicción reside (según los Censos Nacionales 2,007) una población de 13,578 habitantes.

La densidad de población es un indicador del grado de concentración de la población, se conceptualiza como la distribución del número de habitantes a través del territorio de una unidad funcional o administrativa. De acuerdo a esto, el distrito de Ocongate tiene la densidad poblacional de 14.3 habitantes por km², la densidad poblacional de la provincia de Quispicanchis es de 10.9 habitantes por km² [19].

Tabla 06. Población total, extensión y densidad poblacional, Distrito de Ocongate 2007.[19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN	EXTENSIÓN (Km.2)	DENSIDAD POBLACION AL (Hab. / Km.2)
0	CUSCO	1,171,403	72,104	16.2
1	QUISPICANCHIS	82,172	7564.79	10.9
1.1	OCONGATE	13,578	952.66	14.3

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

3.1.2.1.2 Urbanidad y Ruralidad

Los criterios empleados en los Censos Nacionales de Población y Vivienda, aplicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para diferenciar entre lo urbano y rural son los siguientes:

a. Población urbana:

Aquella que vive en aglomeraciones cuyas viviendas, en número mínimo de 100, se hallen ocupadas contiguamente. Por excepción se considera como población urbana a aquella que habita en todas las capitales de distrito. Las aglomeraciones pueden contener uno o más centros poblados con viviendas contiguas [22].

b. Población rural:

Aquella que habita en la parte del territorio del distrito que se extiende desde los linderos de los centros poblados en área urbana, hasta los límites del mismo distrito.

El distrito de Ocongate principalmente es rural, debido a que el 82% habita en zonas dispersas entre vivienda y vivienda. Mientras que el 18 % de su población reside en conglomerados mayores a 100 viviendas [22]

Tabla 07. Población Urbana y rural Distrito de Ocongate 2007.[19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN				
		TOTAL	URBANA	%	RURAL	%
0	CUSCO	1,171,403	644,684	55	526,719	45
1	QUISPICANCHIS	82,173	28,911	35	53,262	65
1.1	OCONGATE	13,578	2,430	18	11,148	82

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

Tabla 08. Estructura poblacional según género, distrito de Ocongate, 2,007 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN				
		TOTAL	FEMENINA	%	MASCULINO	%
0	CUSCO	1,171,403	586,535	50	584,868	50
1	QUISPICANCHIS	82,173	40,731	50	41,442	50
1.1	OCONGATE	13,578	6,592	49	6,986	52

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

c. Población Femenina:

El papel de la mujer en el desarrollo del niño es incalculable, su condición social, restricción horaria, acceso a información, salud mental, autoestima, entre otros, serán factores determinantes en la situación nutricional del niño.

En el centro poblado de Ocongate son las mujeres las que con mayor incidencia se dedican al comercio y otras actividades, ellas son las que soportan la falta de medios económicos, cargando la peor parte en el hogar.

En promedio cada mujer tiene 2.8 hijos en el distrito de Ocongate, según Censo 2007. Sin embargo, según estimaciones INE, para el año 2013 se estima que cada mujer tiene 5 hijos en promedio [21][22].

Tabla 09. edad fértil y el promedio de hijos por mujer, Distrito de Ocongate, 2,007 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	MUJERES		
		TOTAL	EDAD FERTIL (15 A 49 AÑOS)	PROMEDIO DE HIJOS
0	CUSCO	586,535	295,444	3
1	QUISPICANCHIS	40,731	18,632	2.6
1.1	OCONGATE	6,592	2,979	2.8

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

3.1.2.1.3 Economía

La disponibilidad de mano de obra se conceptualiza como el conjunto de personas aptas para el ejercicio de funciones productivas. Pero, la población en edad activa, según las normas internacionales, es la población entre los grupos de edad de 15 a 64 años, a fin de garantizar la comparabilidad con la Población Económicamente Activa (PEA).

Cabe resaltar que, la población en edad inactiva son todas aquellas personas que no están aptas para el ejercicio de funciones productivas. Se considera a toda la población menor de 15 y mayor de 65 años de edad [23].

Tabla 10. Población económicamente activa, distrito de ocongate 2,007 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN		
		PEA	NO PEA	TOTAL
0	CUSCO	431,986	739,417	1,171,403
1	QUISPICANCHIS	26,709	55,464	82,173
1.1	OCONGATE	4,540	9,038	13,578

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

Por otro lado, el pleno empleo es un concepto económico que hace referencia a la situación en la cual todos los ciudadanos en edad laboral productiva, y que desean hacerlo, tienen trabajo. Además, es posible cuando la tasa de desempleo se encuentra en su estado natural, y ocurre esto cuando el desempleo fluctúa entre 2% y 5%. La Tasa de Desempleo es la proporción de personas que desean trabajar y están en condiciones legales de hacerlo pero no encuentran un puesto de trabajo. En el distrito de Ocongate la tasa de desempleo llega al 0.03%, es decir existe pleno empleo [23].

Tabla 11. Población de 6 años y más según pea ocupada, desocupada y tasa de desempleo, distrito de Ocongate, 2,007 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	TOTAL	PEA			NO PEA	TASA DE DESEMPLEO
			OCUPADA	DESOCUPADA	TOTAL		
0	CUSCO	1,171,403	417,325	14,661	431,986	739,417	0.03
1	QUISPICANCHIS	82,173	25,843	866	26,709	55,464	0.03
1.1	OCONGATE	13,578	4,418	122	4,540	9,038	0.03

Fuente: INEI, Censos 2,007 (Elaboración Propia).

La población económicamente activa, en un 68.4% se dedica a la ganadería, seguido del comercio con el 4.2%, en tercer lugar se ubica actividad económica no especificada 4.3% y en cuarto lugar esta las industrias manufactureras con un 3.1%.

Tabla 12. Población Económicamente activa, Distrito de Ocongata [19]

ACTIVIDAD ECONOMICA	TOTAL	%
DISTRITO OCONGATE	4418	100
Agric., ganadería, caza y silvicultura	3021	68.4
Pesca	3	0.1
Explotación de minas y canteras	36	0.8
Industrias manufactureras	135	3.1
Suministro de electricidad, gas y agua	1	0
Construcción	398	9
Comercio	184	4.2
Venta, mant.y rep. veh.autom.y motoc	21	0.5
Hoteles y restaurantes	111	2.5
Trans., almac. y comunicaciones	65	1.5
Intermediación financiera		
Activid.inmobil., empres. y alquileres	64	1.4
Admin.púb. y defensa; p. segur.soc.afil	60	1.4
Enseñanza	44	1
Servicios sociales y de salud	33	0.7
Otras activ. serv.comun.soc y personales	23	0.5
Hogares privados con servicio doméstico	28	0.6
Organiz. y órganos extraterritoriales		
Actividad económica no especificada	191	4.3

3.1.2.1.4 Pobreza

a) Pobreza Extrema

La pobreza extrema define al conjunto de personas cuyos ingresos se encuentran por debajo de la “Línea de indigencia”. Para poder determinar y construir la “Línea de Indigencia”; aunque su estimación siempre es difícil, esta deberá de obedecer a principios generalmente sencillos. Se trata en primer lugar de poder determinar la canasta de bienes necesarios que permitan la estricta reproducción del individuo [21].

b) Pobreza Total

Considera el conjunto de personas que se encuentran según este enfoque por debajo de la “Línea de Pobreza”. De la obtención de la “Línea de Indigencia”, se le aplica el coeficiente de Engel, para incluir los desembolsos en gastos que son necesarios para vestido, transporte, alojamiento (arriendo real o imputado si es propietario), salud y educación y se obtiene la “Línea de Pobreza”. En el caso peruano, el cálculo de esta canasta está basado en el de la “Canasta Básica Familiar”; es decir que el cálculo de los ingresos tendrá que hacerse sobre la base de los ingresos que perciben todos los miembros de una determinada unidad familiar en el periodo de un mes [21].

Sin embargo, para medir la pobreza monetaria, en 1,997 el INEI trazó una línea de referencia definida por una canasta alimentaria conformada por 52 productos básicos consumidos por los hogares peruanos. Lo preocupante es que este patrón de referencia no se ha actualizado.

Tabla 13. Pobreza monetaria, distrito de Ocongate, 2,007 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	INCIDENCIA DE POBREZA TOTAL		INCIDENCIA DE POBREZA EXTREMA	
		FRECUENCIA	%	FRECUENCIA	%
0	CUSCO	646,838	51.1	262,026	20.7
1	QUISPICANCHIS	66,908	78.8	42,409	51.6
1.1	OCONGATE	12,160	86.7	8,011	59.0

Fuente: INEI, mapa de pobreza provincial y distrital 2009 (Elaboración Propia).

3.1.2.1.5 Centros Poblados de Ocongate

Actualmente como distrito tiene a 33 comunidades campesinas considerando los anexos: Puca Orqo (Mallma, Mahuayani, Chaupimayo, Pampacancha), Ausangate (Andamayo, Rodeana, Upis Pacchanta, Pucarumi), Tinki (Pucambamba, Checcaspampa, Marampaqui), Pinchimuro, Ccoñamuro, Colcca, Sallicancha, Huayna Ausangate, Accocunca, Palcca, Llullucha, Lawalawa (Kuch’uhuasi), Jullicunca, Huacatinko, Chacachimpa, Yanama, Huecouno, Patapallpa (Patapallpa Alta, Patapallpa Baja) y Lauramarca, a 02 Municipalidades de Centros Poblados de Lauramarca y Tinki, destacando el centro poblado de Ocongate, donde se encuentran concentrados los

servicios públicos como salud, educación, agricultura, PNP, Gobernatura, Juzgado de Paz e instituciones privadas [25] [26].

El segundo centro urbano en importancia y en proceso de consolidación es Tinke, que comprende a la mayoría de las comunidades de la parte alta del distrito.

El tercer centro poblado sería Lauramarca que tiene un crecimiento solo urbanístico, compuesto por las comunidades. Un cuarto bloque son las comunidades que conforman la “margen derecha” que en realidad está en la margen izquierda del río Mapacho.

El 20 de enero de 1869 pasa a ser distrito según consta en el texto de creación del distrito de Ocongate, dado en casa de gobierno de Lima y firmado por el ciudadano José Balta Presidente Constitucional de la República del Perú [25].

A continuación se lista los Centros Poblados del Distrito de Ocongate, los mismos que han sido clasificados según Pueblo, Caserío, Anexos, Unidad Agropecuaria y Comunidad Campesina

3.1.3 Situación de Salud

La atención primaria, el acceso universal y la protección social representan las principales respuestas a estas expectativas. Las personas esperan asimismo que sus gobiernos instauren una serie de políticas públicas cuyas disposiciones abarquen desde el nivel local hasta el supranacional y sin las cuales la atención primaria y la cobertura universal perderían gran parte de su impacto y su sentido. Comprenden las políticas necesarias para hacer que los sistemas sanitarios funcionen adecuadamente y emprender acciones de salud pública muy beneficiosas para todos. Ya fuera del sector sanitario, comprenden las políticas que puedan contribuir a la salud y a la sensación de seguridad y garanticen a la vez el correcto manejo de cuestiones como el desarrollo urbano, el cambio climático, la discriminación por razones de género o la estratificación social [21].

3.1.3.1 Cobertura de Salud

La provincia de Quispicanchis , cuenta con 21 establecimientos de salud dentro de su jurisdicción, ubicada dentro de la Red de Servicios de Salud Cusco Sur, dentro de esta red se encuentra la Micro red Ocongate del distrito del mismo Ocongate, con 6 Establecimientos de Salud.

Tabla 14. Establecimientos de Salud, Provincia de Quispicanchis, 2,013 [27]

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN DENOMINACION POR CATEGORIA, POR PROVINCIAS

DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO, 2013

PROVINCIA 1	Total Establecimientos Dirección Regional de Salud Cusco	DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO					OTRAS INSTITUCIONES 2		
		Hospitales	Centros de Salud	Centros de Salud con Internamiento	Puestos de Salud	Puestos de Salud con Médico	EsSalud	PNP	Ejército
ACOMAYO	10	0	3	0	6	1	1	0	
ANTA	16	0	2	1	6	7	0	0	
CALCA	33	0	7	0	21	5	1	0	
CANAS	14	0	2	0	3	9	0	0	
CANCHIS	20	1	6	0	5	8	1	1	
CHUMBIVILCAS	28	1	3	0	12	12	1	0	
CUSCO	25	2	12	0	2	9	4	2	
ESPINAR	13	1	1	0	3	8	1	0	
LA CONVENCION	96	1	16	1	47	31	3	1	
PARURO	14	0	3	0	4	7	0	0	
PAUCARTAMBO	15	0	4	0	6	5	1	0	
QUISPICANCHI	21	0	6	0	6	9	1	1	
URUBAMBA	13	0	5	0	7	1	2	0	
TOTAL	318	6	70	2	128	112	16	5	1

Según Resolución

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN DENOMINACION POR CATEGORIA, POR REDES Y HOSPITALES DE REFERENCIA

DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO, 2013

REDES DE SALUD Y HOSPITALES 1	Total Establecimientos Dirección Regional de Salud Cusco	DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO					OTRAS INSTITUCIONES 2		
		Hospitales	Centros de Salud	Centros de Salud con Internamiento	Puestos de Salud	Puestos de Salud con Médico	EsSalud	PNP	Ejército
CANAS - CANCHIS - ESPINAR	48	2	9	0	12	25	2	1	0
CUSCO NORTE	82	0	22	1	35	24	6	1	1
CUSCO SUR	91	1	23	0	33	34	5	2	0
KIMBIRI - PICHARI	22	0	3	1	8	10	0	0	0
LA CONVENCION	73	1	13	0	40	19	3	1	0
HOSPITALES (CUSCO)*	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Total General	318	6	70	2	128	112	16	5	1

Hospitales son de Referencia Regional y no pertenecen a ninguna Red

1 Según Resolución
2 Inscrito en el reg.

Tabla 15. Establecimientos de Salud, Red Cusco Sur, Distrito de Ocongate 2013 [27]

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN DENOMINACION POR CATEGORIA, POR REDES Y MICRO REDES DE SALUD

DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO, 2013

REDES DE SALUD	MICRO REDES	Total Establecimientos MIRA	DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO					OTRAS INSTITUCIONES 2		
			Hospitales	Centros de Salud	Centros de Salud con Internamiento	Puestos de Salud	Puestos de Salud con Médico	EsSalud	PNP	Ejército
ANTA		12	0	0	1	5	6	0	0	0
BELEMPAMPA		6	0	2		4	1	0		1
CALCA		10	0	2		3	1	0		0
LIMATAMBO		4	0	2		1	0	0		0
PISAC		14	0	3		9	2	0		0
CUSCO NORTE	SIETE CUARTONES	6	0	3		3	0	0		0
	URUBAMBA	13	0	5		7	1	2		0
	WANCHAQ	5	0	3		1	1	2		1
	YANATILE	12	0	2		7	3	0		0
TOTAL		82	0	22	0	33	24	6	3	1
ACCHA		5	0	1	0	1	3	0	0	0
ACOMAYO		3	0	1	0	2		1	0	0
COLQUEMARCA		6	0	1	0	3	2	0	0	0
HUANCARANI		5	0	1	0	2	2	0	0	0
KOSÑIPATA		2	0	1	0		1	0	0	0
OCONGATE		6	0	1	0	1	4	0	0	0
PARURO		4	0	2	0	2		0	0	0
PAUCARTAMBO		5	0	2	0	2	1	1	0	0
POMACANCHI		6	0	1	0	4	1	0	0	0
SAN JERONIMO		6	0	2	0	2	2	0	0	0
SAN SEBASTIAN		3	0	3	0		1	1	1	0
SANTO TOMAS		16	1		0	8	7	1	0	0
URCOS		13	0	4	0	5	4	1	1	0
VELILLE		6	0	2	0	1	3	0	0	0
YAURISQUE		5	0	1	0		4	0	0	0
TOTAL		91	1	23	0	33	34	6	3	0
HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO		1	1			0	0	0	0	
HOPITALES DE REFERENCIA REGIONAL	HOPITAL ANTONIO LORENA	1	1			0	0	0	0	
	TOTAL	2	2			0	0	0	0	
Total General		318	6	70	2	128	112	16	5	1

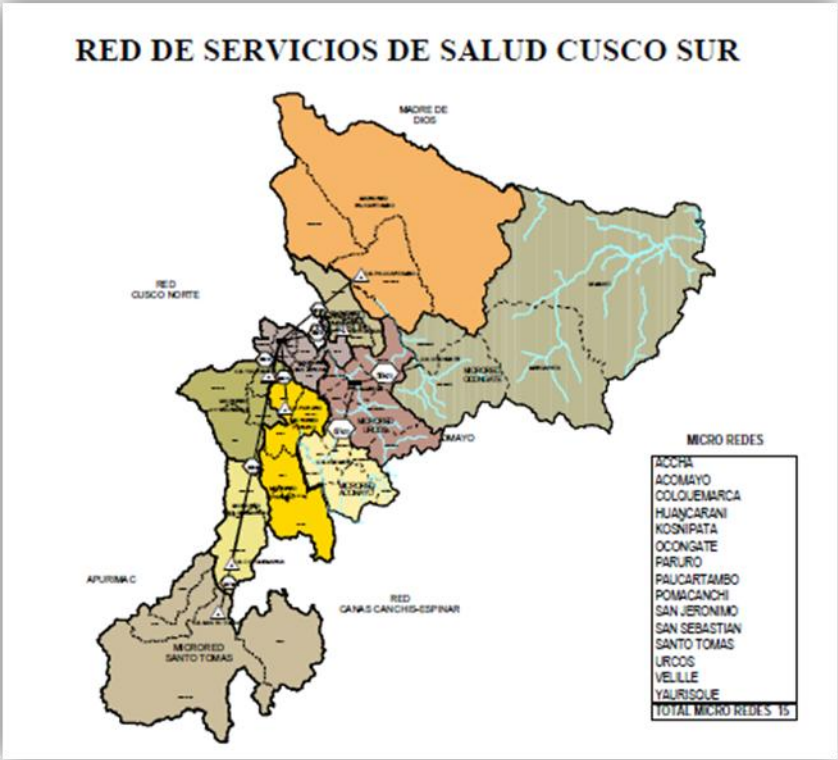


Figura 16. Red de Servicios de Salud Cusco Sur.

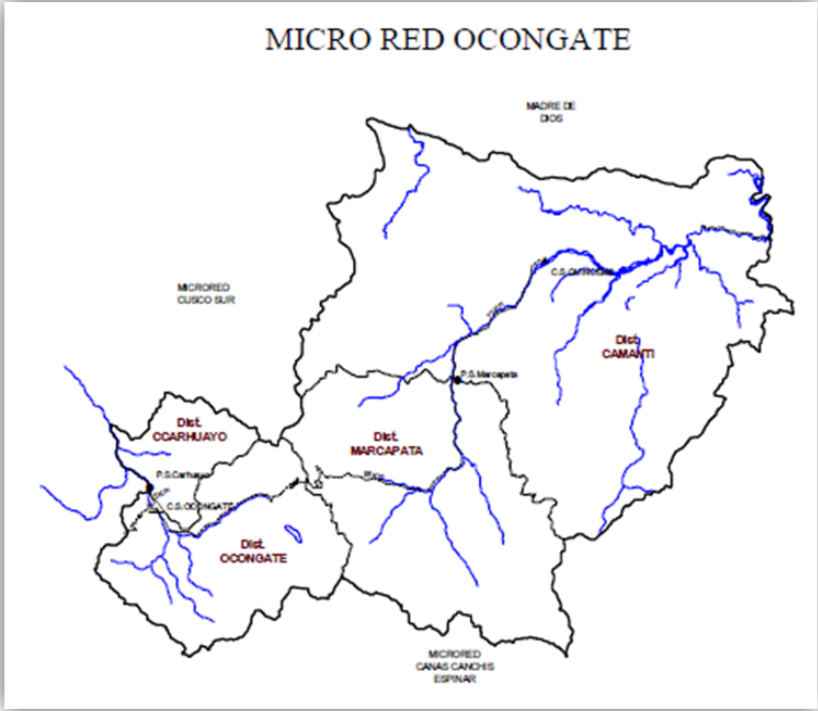


Figura 17. Micro Red Ocongata.

3.1.3.2 Indicadores de Salud

Uno de los aspectos fundamentales de la calidad de la vida de una población es la salud. Si bien las condiciones socio-económicas de los pobladores de esta zona, se refleja en los niveles de salud, entonces es necesario analizar los diferentes indicadores:

a. Desnutrición y Mortalidad Infantil:

La desnutrición es el resultado de una adaptación. Una vez la señal de alarma (el hambre) ha pasado, tras un periodo prolongado de nutrición insuficiente, el cuerpo modifica su funcionamiento y empieza a utilizar menos energía.

Aunque no siempre, la mayoría de las veces, la desnutrición está relacionada con el hambre. Son tres las causas principales:

- Falta de calorías (el valor energético asociado a varios alimentos).
- Falta de elementos específicos en algunos alimentos (aminoácidos, vitaminas y minerales, también conocidos como micronutrientes).

Enfermedad con pérdida de apetito y / o peso, que puede ser considerable en el caso de la diarrea, por ejemplo [21].

Tabla 16. Desnutrición crónica, tasa de mortalidad general, tasa mortalidad infantil y tasa de natalidad distrito de Ocongate, 2,010 [19]

CÓDIGO	REGIÓN, PROVINCIA Y DISTRITO	CUADRO DE MORTALIDAD Y DESNUTRICION (%)			
		Tasa Mortalidad general	Tasa mortalidad infantil por 1000	Tasa de natalidad	Tasa desnutrición crónica 2007
0	CUSCO	3.5	16.5	17.3	36.9
1	QUISPICANCHIS	3.1	14.9	18.9	51.1
1.1	OCONGATE	2.6	6.1	32.2	59.7

Fuente: Mapa de Desnutrición Crónica en Niños Menores de Cinco Años a nivel Provincial y Distrital, 2010

En cuanto a la mortalidad en general se debe a enfermedades del sistema respiratorio, enfermedades infecciosas, asfixias politraumatismo y deficiencias en la nutrición entre otros. La tasa de mortalidad infantil es un indicador útil de la condición de la salud no solo de los niños, sino de toda la población y de las condiciones socioeconómicas en las que viven. La tasa de mortalidad infantil es un indicador sensible de la disponibilidad, utilización y efectividad de la atención de la salud, particularmente, la atención perinatal. Por lo tanto, la tasa de mortalidad infantil (TMI) es el número de defunciones de niños menores de un año por cada 1,000 nacidos vivos en un determinado año [27].

En el distrito de Ocongate la mortalidad general es de 2.6 es baja por otro lado, la tasa de mortalidad infantil por 1000 es de 6.1%, mientras que la tasa de natalidad es de 32.2% alto en referencia al departamento [21] [22].

La tasa de natalidad es una medida de cuantificación de la fecundidad, que refiere a la relación que existe entre el número de nacimientos ocurridos en un cierto período y la

cantidad total de efectivos del mismo periodo. El lapso es casi siempre un año, y se puede leer como el número de nacimientos de una población por cada mil habitantes en un año. En el distrito la tasa de natalidad es de 32.2%. La mayoría de las veces, la comida en pequeñas cantidades, una deficiente calidad de los alimentos y la enfermedad guardan una relación directa con la desnutrición [21].

Según la estadísticas el nivel de desnutrición crónica se encuentra en un porcentaje de 59.7% de la población, este porcentaje es alto si tenemos en consideración que el departamento del Cusco una de las tasas de desnutrición más altas de desnutrición del país, con un 36.9% en niños menores de 5 años, siendo el promedio nacional 25.4%, es decir el índice de desnutrición infantil del distrito de Ocongate está por encima de promedio nacional [27].

b. Mortalidad General:

Las causas por la que la gente muere en la provincia de Quispicanchis están dadas en primer lugar por enfermedades del sistema respiratorio 29.9%. Le siguen en importancia los Traumatismos y envenenamientos con un 15.4%, seguidamente la enfermedad del sistema circulatorio 12.6%. Estas tres primeras causas de muerte representan el 57.9% de las causas de defunción en la provincia de Quispicanchis. Debe hacerse notar que, entre estas tres primeras causas, están las relacionadas con enfermedades que tienen relación con hábitos nocivos de alimentación y de vida. También se hace notar la aparición relativa de enfermedades relacionadas a síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte como una cuarta causa de muerte y que está asociada al 8.3 % de defunciones de la provincia [21] [22] [27].

Tabla 17. Diez primeras causas de mortalidad, provincia de Quispicanchis 2012 [27]

**DIRECCION DE INTELIGENCIA SANITARIA
DIRECCION ESTADISTICA E INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES**

**DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD GENERAL
PROVINCIA DE QUISPICANCHI, 2012**

Nro	Grupo de Causa	Grupo Etéreo						Total	%			
		0-28 Días		1-4 años		5-9 años						
		<1 año	1-4 años	5-9 años	10-14 años	15-19 años	20-44 años	45-69 años	80+ años			
1	Enfermedades del sistema respiratorio	4	8	6			7	12	43	76	29.9	
2	Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas	2	8	4	2		4	9	8	4	39	15.4
3	Enfermedades del sistema circulatorio				1		1	4	26	32	12.6	
4	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	1	2		1	1	3	1	13	21	8.3	
5	Enfermedades del sistema digestivo			1	1		1		4	12	19	7.5
6	Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias					2	1	1	2	11	17	6.7
7	Tumores (neoplasias)							5	5	6	16	6.3
8	Enfermedades del sistema genitourinario								14	14	5.5	
9	Causas externas de morbilidad y de mortalidad		1			1	2	1	2	7	2.8	
10	Enfermedades del sistema nervioso		1					1	3	5	2.0	
	Todas las demás causas	1	2				1	2	3	8	3.1	
	TOTAL	8	22	11	3	4	8	29	40	137	254	100.0

Fuente: Dirección Estadística e Informática

c. Morbilidad General

Las causas por la que la gente se enferma en la provincia de Quispicanchis están dadas en primer lugar por enfermedades del sistema respiratorio 26.62%. En segundo lugar tenemos a enfermedades del sistema digestivo con 14.39%, y en tercer lugar a las enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas con un 14.17%.

No obstante se debe resaltar que en relación a la Morbilidad Registrada a través de la Red Cusco Sur, se tiene como primera causa de morbilidad a las enfermedades del sistema respiratorio con una ligera ventaja de 26.91%, seguida de enfermedades del sistema digestivo con 14.93% y en tercer lugar las enfermedades Infecciosas y parasitarias con un 12.81% [21] [22] [27].

Tabla 17. Diez primeras causas de morbilidad, provincia de Quispicanchis 2012 [27]

NRO	GRUPO DE CAUSA	GRUPOS DE EDAD (AÑOS)									TOTAL	%
		0-28 DIAS	<1a	1-4a	5-9a	10-14a	15-17a	18-29a	30-59a	60+		
	TOTALES	448	6201	20032	8977	6130	5829	11683	17265	11079	87354	100
1	CAPITULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	159	2919	8017	3008	1649	568	2534	4390	2015	23255	28.82
2	CAPITULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	11	30	888	1847	1297	588	3493	3844	592	12568	14.39
3	CAPITULO IV: ENFERMEDADES ENDOCRINAS, NUTRICIONALES Y METABOLICAS	71	1884	7911	874	870	568	38	87	79	12380	14.17
4	CAPITULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	18	884	3330	1978	1155	588	910	1403	535	10577	12.11
5	CAPITULO XIX: TRAUMATISMOS, ENVENAMIENTOS Y ALGUNAS OTRAS CONSECUENCIAS DE CAUSAS EXTERNAS	83	46	406	441	374	568	893	1837	730	5378	6.16
6	CAPITULO XIV: ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITOURINARIO	12	29	107	81	68	568	1481	2113	487	4924	5.64
7	CAPITULO XIII: ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO	0	7	28	17	27	568	287	1110	832	2852	3.28
8	CAPITULO XII: ENFERMEDADES DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO	16	156	284	209	147	568	256	423	170	2227	2.55
9	CAPITULO V: TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO	0	1	7	91	303	568	482	406	79	1935	2.22
10	CAPITULO XV: EMBARAZO, PARTO Y PUERPERIO	0	0	0	0	9	568	753	487	0	1795	2.05
	TODAS LAS DEMAS CAUSAS	78	445	1254	335	231	189	588	1185	5180	9463	10.83

Tabla 18. Diez primeras causas de morbilidad, Red Cusco Sur 2012 [27]

NRO	GRUPO DE CAUSA	GRUPOS DE EDAD (AÑOS)									TOTAL	%
		0-28 DIAS	<1a	1-4a	5-9a	10-14a	15-17a	18-29a	30-59a	60+		
	TOTALES	1489	21998	73175	38957	28979	30668	43198	69167	42200	349511	100
1	CAPITULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	575	10473	22845	12511	7576	2997	10230	19098	7781	94056	28.91
2	CAPITULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	20	487	2728	8502	6588	2997	12481	14119	4297	52199	14.93
3	CAPITULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	74	2680	13847	8787	5744	2997	3386	5493	1975	44775	12.81
4	CAPITULO IV: ENFERMEDADES ENDOCRINAS, NUTRICIONALES Y METABOLICAS	329	5775	24785	3998	4184	2997	284	422	247	43001	12.30
5	CAPITULO XIX: TRAUMATISMOS, ENVENAMIENTOS Y ALGUNAS OTRAS CONSECUENCIAS DE CAUSAS EXTERNAS	113	170	1498	1691	1385	2997	2976	6004	2887	20321	5.81
6	CAPITULO XIV: ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITOURINARIO	16	92	541	425	339	2997	5483	8519	2110	20522	5.87
7	CAPITULO XIII: ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO	4	26	77	74	106	2997	1082	5185	3689	13240	3.79
8	CAPITULO XVIII: SINTOMAS, SIGNOS Y HALLAZGOS ANORMALES CLINICOS Y DE LABORATORIO, NO CLASIFICADOS EN OTRA PARTE	18	378	2334	1134	997	2997	827	1955	534	11174	3.20
9	CAPITULO XII: ENFERMEDADES DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO	55	489	1224	795	835	2997	911	1504	593	9203	2.63
10	CAPITULO XV: EMBARAZO, PARTO Y PUERPERIO	0	0	0	0	36	2997	3088	1811	0	7912	2.28
	TODAS LAS DEMAS CAUSAS	285	1428	3516	1160	1107	858	2458	4489	17987	33108	9.47

3.1.3.3 Situación del Centro de Salud de Ocongate.

El Distrito de Ocongate cuenta con un Centro de Salud de nivel I-3, el mismo que cuenta con personal y equipamiento básico para brindar servicios de salud a los pobladores de dicho distrito.

Cuenta con infraestructura insuficiente para la atención de la cantidad de pacientes, especialmente en temporadas de invierno donde el friaje es intenso y la población de niños y ancianos son los mas afectados.

El Centro de Salud de Ocongate cuenta entre sus profesionales médicos a un (01) médico pediatra, un (01) ginecólogo, un (01) cirujano y un médico internista quienes en colaboración del personal de enfermería y técnicos en enfermería llevan a cabo las labores de brindar servicios de Salud a toda la población de Ocongate.

Se puede apreciar que dentro de los profesionales de la salud médicos, no cuentan con un medico cardiólogo, situación que es de relevancia por la atención de enfermedades cardiovasculares de los pobladores, pues a nivel mundial las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa de muerte de las personas.

Así mismo, dicho Centro de Salud no cuenta con equipamiento básico para realizar exámenes de electrocardiografía, es decir no cuentan con un electrocardiógrafo que permita realizar un examen de electrocardiograma.



Figura 18. Centro de Salud de Ocongate. [18]

Por otra parte, dicho Centro de Salud, a pesar de contar con equipos informáticos de oficina como computadoras e impresoras, actualmente no posee conexión a internet, herramienta muy importante para actividades de interconexión externa.

El distrito de Ocongate cuenta con conexión a internet a través de cabinas públicas instaladas a través de FIDEL en cantidad de 4, los mismos que son administrados por personas naturales de dicha población, teniendo una velocidad de 556kbps al 25%.

Asi mismo la Municipalidad Distrital de Ocongate también cuenta con conexión a internet con una velocidad de 2Mbps al 10% via wifi, utilizando 3 antenas ubicados en lugares estratégicos.

3.2 Necesidades en Cuanto a Problemas Cardiológicos

La primera causa de muerte a nivel mundial son las enfermedades cardiovasculares, ante lo cual la población de Ocongate se encuentra desprotegida puesto que no cuenta con profesionales médicos especialistas en cardiología ni con el equipamiento básico necesario para realizar dichos exámenes.

Según la tabla de morbilidad de pobladores de la Provincia de Quispicanchis en la figura 18, en el cual se encuentra el Distrito de Ocongate, se puede apreciar en el grupo de causa “todas las demás causas” el 10.83%, en el cual se encuentra incluido las enfermedades cardiovasculares, por lo mismo es necesario tomar medidas de contingencia para la atención de dichos casos.

Así mismo, dentro de la era de la globalización en el cual el mundo informático es la tendencia para la realización de diversas actividades dentro de ellas las correspondientes a la atención de la salud, es necesario contar con herramientas para acceder a los beneficios que brinda el mundo actual. El Centro de Salud actualmente no cuenta con conexión a internet, a pesar que en dicho distrito existen conectividad a través de las cabinas de internet instaladas a través de FITEC y el Municipio de Ocongate.

En este sentido, existe la posibilidad de implementar un sistema de bajo costo para cubrir esta necesidad en beneficio de los pobladores del Distrito de Ocongate, pues debido al déficit de profesionales médicos especializados y equipos adecuados para realizar exámenes de electrocardiografía, la utilización del internet y dispositivos de instrumentación constituyen herramientas para realizar exámenes de electrocardiografía a distancia, monitoreados por un profesional médico especializado ubicado en un Hospital de mayor complejidad en el cuenta con el mismo.

3.3 Requerimientos de Diseño

En el presente trabajo se considera dos etapas de diseño, una etapa analógica y una etapa digital. En la etapa analógica se diseña la etapa de amplificación por ser la más delicada de todo el sistema. En primer lugar se calcula los valores de los elementos del circuito diferencial que será la entrada del amplificador de instrumentación. Dicho amplificador debe tener un CMRR elevado para eliminar la tensión acoplada en modo común y amplificar la tensión diferencial. También será necesario filtrar la señal además de quitarle el offset y proteger al paciente contra picos de tensiones y corrientes, sin olvidar de la alimentación del circuito.

En la etapa digital se considera el uso de un microcontrolador para que muestree la señal procedente de la etapa analógica y pueda ser conectada a una PC a través de un puerto USB.

A continuación se muestra el diagrama general del trabajo, detallando el funcionamiento de cada bloque:

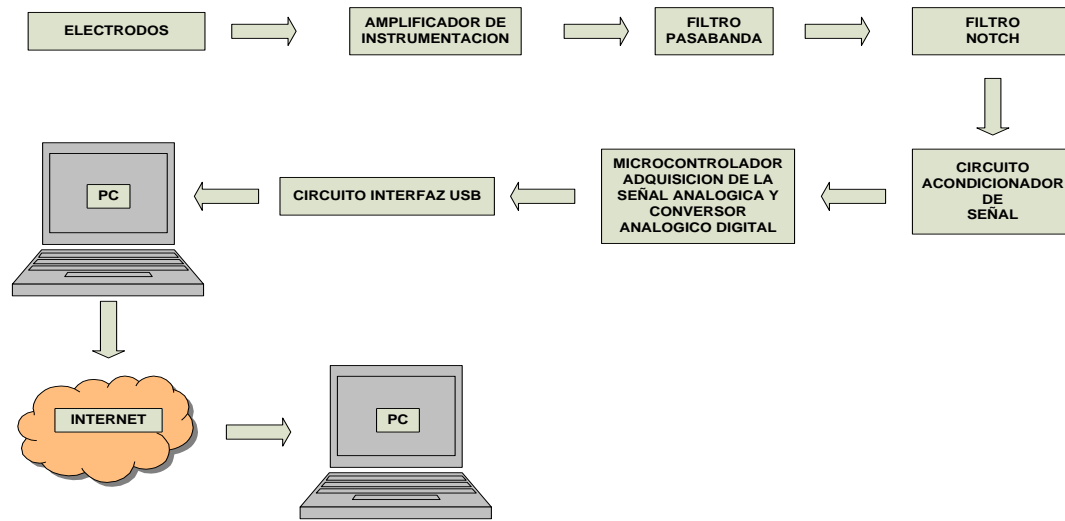


Figura 19. Diagrama de Bloques

3.3.1 Descripción del Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques muestra el diseño detallado por circuitos. A continuación se describe la función de cada uno de los bloques:

- **Adquisición de las Señales Electrocardiográficas:** La adquisición de la señal electrocardiográfica del paciente, se realiza por medio de electrodos, las señales son transmitidas por cable aislado a los amplificadores de instrumentación para la reducción del ruido.
- **Etapa de Amplificador:** Se ha seleccionado un amplificador de instrumentación de alto nivel de rechazo en modo común, para poder amplificar la señal que entrega el corazón, muy cercano a los 5mV y por lo tanto muy bajo.
- **Filtro Pasabanda:** Es el encargado de seleccionar un rango de frecuencias deseadas y el resto de frecuencias que se introduzcan atenuarlas.
- **Filtro Notch o Rechaza Banda:** La presencia de ruido en el registro de biopotenciales es prácticamente inevitable, por lo que se considera un filtro rechaza-banda, el cual se caracteriza el ruido inducido por la red eléctrica y demás aparatos como luces, artefactos y otros dispositivos que funcionan con la red eléctrica domestica de 60 Hz
- **Circuito de Acondicionamiento:** Permite acondicionar la señal electrocardiográfica a niveles de voltaje requeridos por el conversor – digital.
- **Adquisición y Procesamiento de la Información:** Un microcontrolador es el encargado de recibir la señal analógica para luego ser digitalizadas y transmitidas hacia una computadora.

- Conexión de Internet
- Recepción de la Señal

3.3.2 Diseño de Hardware

En el presente trabajo se considera dos etapas de diseño, una etapa analógica y una etapa digital. En la etapa analógica se diseña la etapa de amplificación por ser la más delicada de todo el sistema. En primer lugar se calcula los valores de los elementos del circuito diferencial que será la entrada del amplificador de instrumentación. Dicho amplificador debe tener un CMRR elevado para eliminar la tensión acoplada en modo común y amplificar la tensión diferencial. También será necesario filtrar la señal además de quitarle el offset y proteger al paciente contra picos de tensiones y corrientes, sin olvidar de la alimentación del circuito.

En la etapa digital se considera el uso de un microcontrolador para que muestree la señal procedente de la etapa analógica y pueda ser conectada a una PC a través de un puerto USB, con el consiguiente envío de la señal por internet para ser visualizado en otra PC.

3.3.2.1 Electrodo

Para medir y registrar potenciales corrientes provenientes del cuerpo, los electrodos proveen la interfaz entre el cuerpo y el dispositivo. El electrodo es simplemente un transductor que convierte la corriente iónica en corriente eléctrica.

Por medio de los electrodos se obtiene la señal eléctrica de la actividad cardiaca. Los electrodos registran los potenciales eléctricos generados por el corazón, la actividad bioeléctrica cardiaca tiene su origen en la actividad bioeléctrica de cada una de las células musculares cardiacas. Esta actividad eléctrica se produce gracias a la contracción rítmica del corazón.

En la figura 12 se observa un circuito equivalente para un electrodo de biopotencial en contacto con un electrolito E_{hc} quien tiene el potencial de media célula, R_d y C_d son la impedancia asociada con la interfaz electrodo-electrolito y los efectos de polarización, y R_s es la resistencia en serie asociada con los efectos de interface y debido a la resistencia en el electrolito [**].

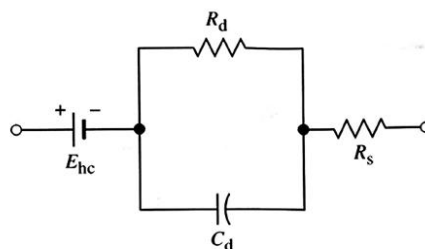


Figura 20. Circuito Equivalente para un electrodo de biopotenciales en contacto con un electrolito. [2]

En la figura 13 se observa como un electrodo de superficie se coloca en contacto con la piel. El diagrama muestra el circuito equivalente obtenido en esta situación.

Cada elemento del circuito equivalente a la derecha está situado aproximadamente al mismo nivel en que ocurre el proceso físico que representa en el diagrama de la izquierda.

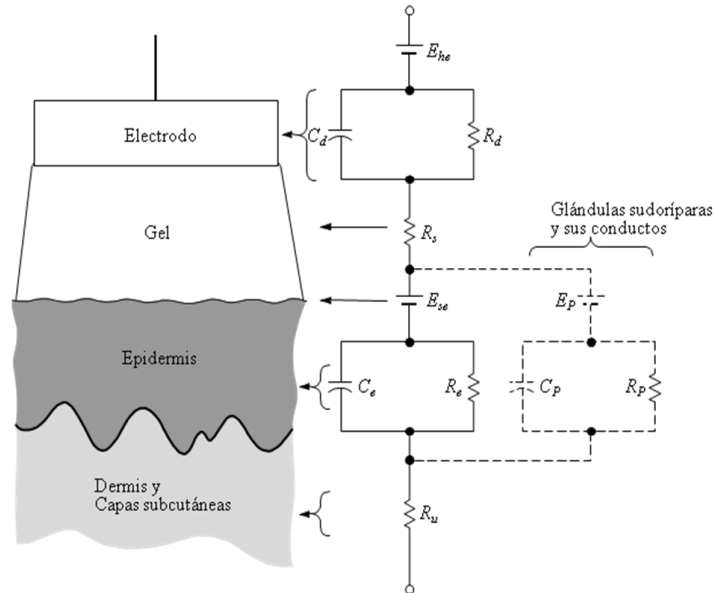


Figura 21. Interface electrodo – piel.[2]

Para la aplicación se propone electrodos superficiales como se muestra en la figura.



Figura 22. Electrodos de Succión.

3.3.2.2 Protección al Paciente

En el diseño del circuito se utilizara dispositivos limitadores de voltaje, entre cada entrada al circuito y tierra. En este sentido, en el diseño del circuito se utilizara diodos 1N4148 por su alta velocidad de respuesta. Estos diodos permitirán evitar el paso de altos voltajes y brindar una adecuada protección al circuito.

Tabla 19: Características técnicas del Diodo 1N4148

Fuente: Hoja de datos del Diodo 1N4148

Voltaje Reverso	Vr	75V
Voltaje de Pico Reverso	Vrm	100V
Corriente Promedio de Rectificación	Io	150mA
Tiempo de recuperación Reversa	Trr	4ns
Maximo Voltaje de Caída Instantaneo	Vf	1.0V a 10mA

3.3.2.3 Seguidor de Voltaje – Buffer

El seguidor de voltaje, también llamado buffer, es un caso especial de la configuración no inversora. Este tipo de configuración tiene una alta impedancia de entrada, una baja impedancia de salida y una ganancia unitaria.

Si la señal de entrada se mueve en un sentido, la salida y la entrada inversora se mueven en el mismo sentido y con la misma amplitud. El seguidor de voltaje se utiliza como circuito acoplador en aplicaciones analógicas como es el presente caso.

3.3.2.4 Procedimiento de Diseño del Buffer

Para conseguir las características deseadas para el circuito se toma como base la configuración del amplificador de voltaje no inversor. Primero se considera la ganancia del circuito, para este circuito la ganancia de voltaje tiene que ser unitaria. La ganancia está dada por la ecuación 1.

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

Para que A_v tenga un valor unitario, R_2 tiene que ser 0, y también se puede considerar que R_1 tenga un valor infinito. Obteniendo como valor de la ganancia la unidad.

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 1$$

Es decir que: $V_o = V_i$ (2)

Como se muestra en la figura 15, con este amplificador seguidor se consigue aislar los elementos entre dos sistemas.

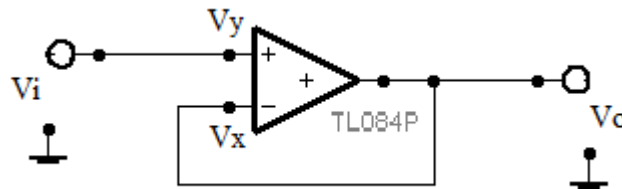


Figura 23: Circuito Seguidor de Voltaje – Buffer

Fuente: Elaboración Propia

Observando el circuito se determina que la entrada inversora está conectada directamente a la salida, esto hace que el valor del voltaje de la entrada inversora sea igual a la salida $V_x = V_o$, con el axioma del OPAM se tiene que $V_d = 0$, por lo tanto

$V_x = V_y$ y como $V_y = V_i$, se llega a la conclusión que el $V_o = V_i$.

En esta etapa se plantea utilizar dos Buffer, para lo cual se requiere un amplificador operacional que tengan características de alta impedancia de entrada, así mismo se considera la poca cantidad de ruido que este OPAM puede tener al momento de tratar una señal analógica.

3.3.2.5 Amplificador de Instrumentación del ECG

El amplificador de instrumentación es uno de los circuitos más útiles, precisos y versátiles disponibles en la actualidad, pues en general tiene que amplificar señales muy débiles (mV) de un dispositivo sensor (temperatura, presión, señal eléctrica, etc.) en un ambiente ruidoso (modo común) del orden de voltios. Por ello, los amplificadores de instrumentación tienen que tener una serie de características muy especiales [6]:

- a) Buena CMRR (100dB).
- b) Bajo nivel de ruido.
- c) Alta impedancia de entrada (para no cargar el sensor).
- d) Ganancia ajustable mediante una resistencia.
- e) Pequeñas tensiones y corrientes de desviación.
- f) Bajas derivas.

A continuación se muestra la configuración del amplificador de instrumentación, el mismo que está constituido por tres amplificadores operacionales utilizados de acuerdo con el esquema de la figura 16.

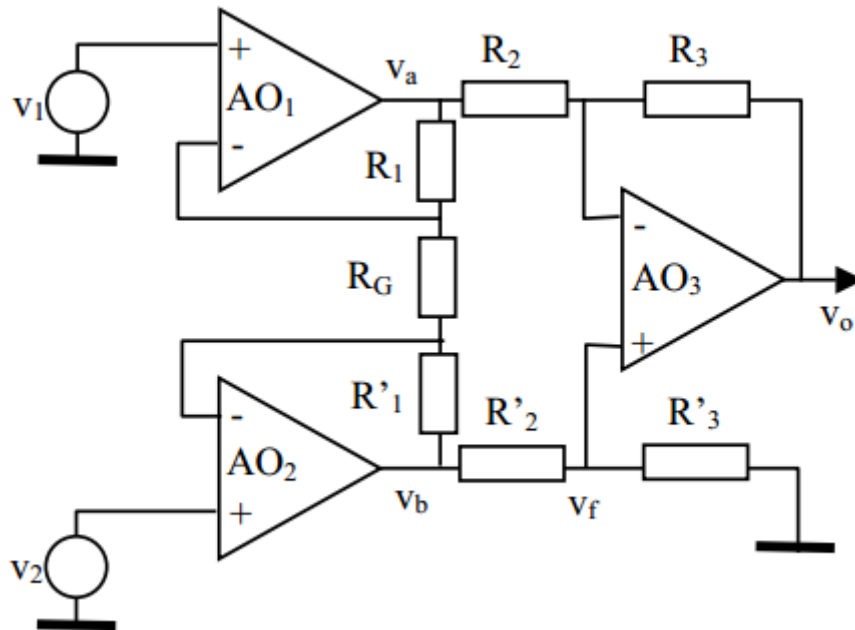


Figura 24. Configuración de un amplificador de instrumentación.[29]

En ese sentido es conveniente utilizar un amplificador de instrumentación que tenga una alta impedancia de entrada y un buen rechazo en modo común. El diagrama del amplificador de instrumentación y los buffers se muestra en la figura 24.

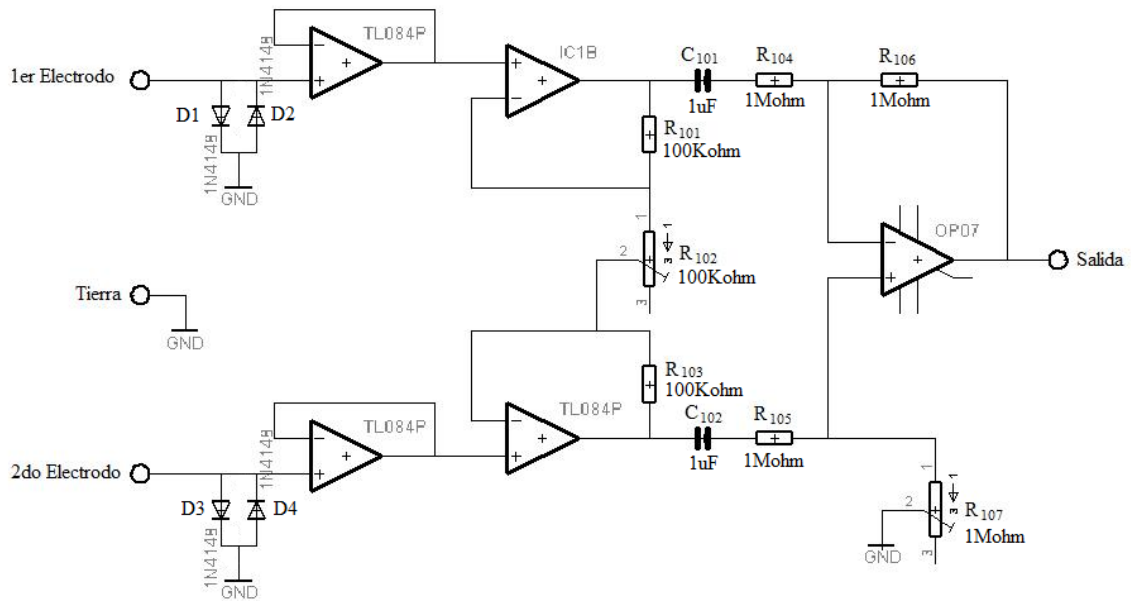


Figura 25. Circuito 1 - Buffers y Amplificador de Instrumentación

3.3.2.6 Función de Transferencia y Calculo del Amplificador

Para hallar la función de transferencia se utilizara la aproximación de ganancia infinita para los cálculos de los operacionales.

Considerando el amplificador operacional como ideal se tiene:

$$\frac{-V_a + V_x}{R_{101}} + \frac{V_a - V_b}{R_{102}} = 0 \quad -V_a + V_x = \frac{R_{101}}{R_{102}} (V_a - V_b)$$

$$V_x = V_a + \frac{R_{101}}{R_{102}} V_a - \frac{R_{101}}{R_{102}} V_b$$

$$V_x = V_a \left(\frac{R_{102} + R_{101}}{R_{102}} \right) - V_b \frac{R_{101}}{R_{102}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{V_y - V_b}{R_{103}} = \frac{-V_a + V_b}{R_{102}} \quad V_y = -\frac{R_{103}}{R_{102}} V_a + \frac{R_{103}}{R_{102}} V_b + \frac{R_{102}}{R_{102}} V_b$$

$$V_y = \frac{-R_{103}}{R_{102}} V_a + V_b \left(\frac{R_{102} + R_{103}}{R_{102}} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Haciendo que el diferencial tenga ganancia, se tiene que:

$$V_o = V_y - V_x \quad \dots\dots\dots (3)$$

Ahora reemplazando 1 y 2 en 3 se obtiene:

$$V_o = \frac{-R_{103}}{R_{102}} V_a + V_b \left(\frac{R_{102} + R_{103}}{R_{102}} \right) - V_a \left(\frac{R_{102} + R_{101}}{R_{102}} \right) + V_b \frac{R_{101}}{R_{102}}$$

$$V_o = -V_a \left[\frac{R_{103}}{R_{102}} + \frac{R_{102}}{R_{102}} + \frac{R_{101}}{R_{102}} \right] + V_b \left[\frac{R_{102} + R_{103}}{R_{102}} + \frac{R_{101}}{R_{102}} \right]$$

$$V_o = -V_a \left[\frac{R_{103} + R_{102} + R_{101}}{R_{102}} \right] + V_b \left[\frac{R_{103} + R_{102} + R_{101}}{R_{102}} \right]$$

$$V_o = (V_b - V_a) \left[\frac{R_{103} + R_{102} + R_{101}}{R_{102}} \right]$$

Se hace $R_{101} = R_{103}$

$$V_o = (V_b - V_a) \left[\frac{2R_{101} + R_{102}}{R_{102}} \right]$$

$$V_o = (V_b - V_a) \left[\frac{2R_{101}}{R_{102}} + 1 \right]$$

3.3.2.7 Calculo de las Resistencias

La señal ECG tiene un voltaje de 1mV aproximadamente, por lo que se deberá elevar el voltaje de la señal hasta un 1V, y conseguir una amplificación aproximada de 1000.

$$\frac{V_o}{V_b - V_a} = \frac{2 R_{101}}{R_{102}} + 1 = 1000$$

$$\frac{2 R_{101}}{R_{102}} = 999$$

$$\frac{R_{101}}{R_{102}} \approx 500 \quad \text{Sí} \quad R_{101} = R_{103} = 100K$$

$$R_{102} = (100K)/500 \quad R_{102} = 200 \text{ Ohm}$$

3.3.2.8 Calculo de los Condensadores

Tenemos como datos: $C_{101} = C_{102}$ con $F_b = 0,1 \text{ Hz}$

$$C_{101} = C_{102} = \frac{1}{2\pi R_{104} f_b}$$

En este procedimiento de diseño se comienza seleccionando los valores de los condensadores porque solo hay algunos valores estándar de condensadores en comparación con la gran variedad de valores de resistencias.

Sí $C_{101} = C_{102} = 1\mu F$ no electrolíticos

$$R_{104} = \frac{1}{2\pi(1\mu F)(0,1)} \quad R_{104} = 1,4 \text{ M}$$

$R_{104} = R_{105} = 1M$ Valor normalizado

Como el amplificador diferencial no tiene ganancia:

$R_{104} = R_{105} = R_{106} = R_{107} = 1M\Omega$ Valor normalizado

3.3.2.9 Filtro Pasabanda

Un filtro pasa banda es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto. La ventaja que se tiene en esta clase de filtros es que pueden ser sintonizados independientemente de los otros circuitos de la red, con un mínimo de interacciones.

El Filtro pasa banda escogido, está conformado por un filtro pasa bajos de segundo orden y un filtro pasa alto también de segundo orden. El diagrama del filtro se muestra en el siguiente circuito.

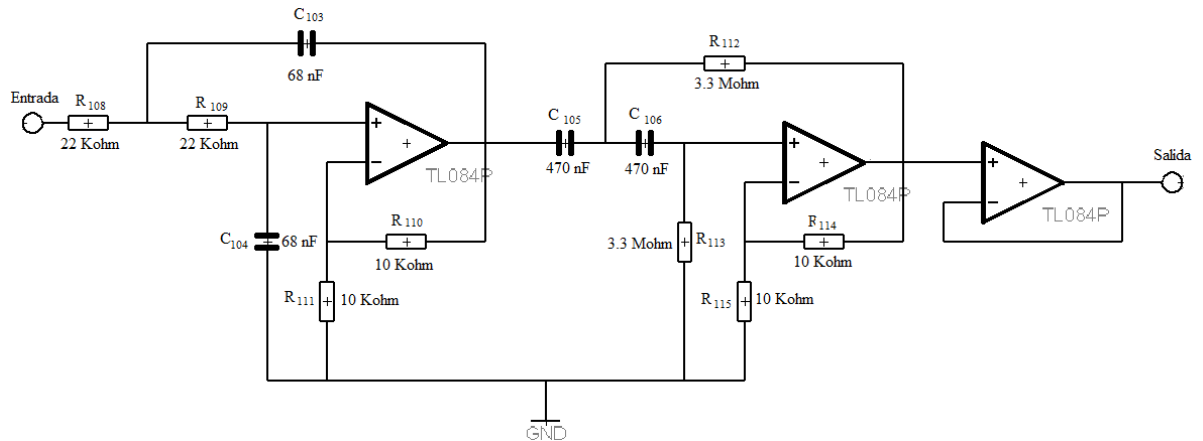


Figura 26. Circuito 2 – Filtro Pasa Banda

3.3.2.10 Filtro Pasabajo

Para este el diseño de este filtro Pasa Bajo, se utilizo una configuración Sallen-Key, de segundo orden. En la siguiente figura mostramos la configuración típica de este tipo de filtros.

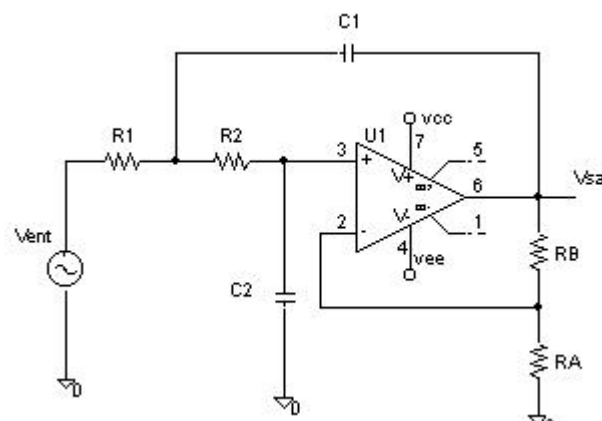


Figura 27: Configuración Sallen-Key filtro pasa bajo de segundo orden.

La función de transferencia de este filtro es la siguiente:

$$F(s) = \frac{A}{1 + w_c [C_2 \cdot (R_1 + R_2) + (1 - A) \cdot R_1 \cdot C_1] s + w_c^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_2 \cdot C_1 \cdot s^2}$$

Donde: A = K: Ganancia del sistema

Y se toman ecuaciones que ayudan en el diseño del Filtro.

Esta es la Ecuación para determinar la Ganancia de Filtro:

$$H_{LP} = K = 1 + \frac{R_B}{R_A}$$

Ecuación para determinar la Frecuencia de corte en radianes por segundo:

$$w_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Ecuación para determinar el Factor de Calidad Q:

$$Q = \frac{1}{(1 - K) \sqrt{\frac{R_1 C_1}{R_2 C_2} + \frac{R_1 C_2}{R_2 C_1} + \frac{R_2 C_2}{R_1 C_1}}}$$

Utilizando para el diseño las siguientes consideraciones:

$$R_1 = R_2 = R \quad \text{y} \quad C_1 = C_2 = C$$

Se consiguen las siguientes ecuaciones:

$$w_0 = \frac{1}{RC} \quad Q = \frac{1}{(3 - K)}$$

3.3.2.11 Cálculo de Condensadores y Resistencias

Procedimiento de Diseño:

Ganancia del sistema: $A = 2$

Frecuencia de Corte: $F_0 = 100\text{Hz}$

Hallando el Factor de Calidad Q:

$$Q = \frac{1}{3 - A} = \frac{1}{1 - 2} \quad Q = 1$$

Considerando una atenuación de -3dB a 127 Hz se realiza el cálculo del filtro.

$$T(\lambda x) = \frac{1}{\sqrt{(1 - \lambda x^2)^2 + \left(\frac{\lambda x}{Q}\right)^2}}$$

$$T(\lambda x) = -3\text{dB} = 20 \log T(\lambda x)$$

$$(0.70794)^2 = \frac{1}{1 - 2\lambda x^2 + \lambda x^4 + \lambda x^2} = \frac{1}{\lambda x^4 + \lambda x^2 + 1}$$

$$\lambda x^4 - \lambda x^2 + 1 = 1,995$$

$$\lambda x^2 = 1,6159 \quad \lambda x = 1,27$$

Para escalar la frecuencia de corte (se realiza un escalado de condensadores)

$$\lambda x \alpha = 2 \pi f c \quad \alpha = \frac{2 \pi (127)}{1,27} \quad \alpha = 200 \pi$$

$$\frac{1}{\alpha} = C_{103} = C_{104}$$

Pero:

$$W_0 = \frac{1}{R_{108} C_{103}} = 2 \pi f_0 \quad R_{108} C_{103} = \frac{1}{2 \pi F_0}$$

$$R_{108} \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{2 \pi F_0} \quad R_{108} = R_{109} = \frac{200 \pi}{2 \pi (100)} = 1$$

Como no es dable usar resistencias de 1Ω se escala también las resistencias. Lo primero que se realiza es seleccionar el valor de los condensadores, porque solo hay algunos valores estándar, a comparación con la variedad de valores de resistencias.

$$R_{108} = \beta = \frac{1/\alpha}{C_{\text{deseado}}} \quad \text{Si se considera: } C_{103} = C_{104} = 68 \text{ nF}$$

$$R_{108} = \frac{1}{200\pi (68 \times 10^{-9})}$$

$$R_{108} = 23,4 \text{ K} \quad R_{108} = R_{109} = 22 \text{ K} \text{ valores Normalizados}$$

A continuación se realizara el cálculo de la frecuencia de corte con los valores normalizados.

$$F_o = \frac{1}{2\pi \cdot 22 \text{ K} (68 \times 10^{-9})} \quad F_o = 106,387 \text{ Hz}$$

Calculo de R_{110} y R_{111} para obtener la ganancia del filtro:

$$A = 1 + \frac{R_{111}}{R_{110}} = 2 \quad \frac{R_{111}}{R_{110}} = 1 \quad R_{111} = R_{110} = 10 \text{ K}$$

Este es el circuito resultante después de haber sacado todos los cálculos.

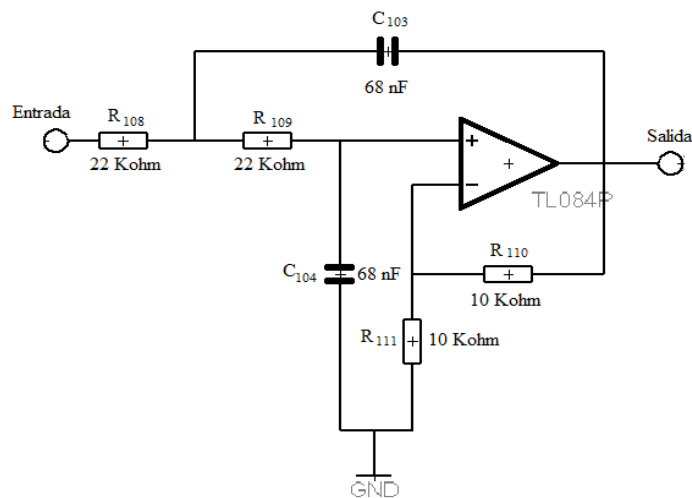


Figura 28. Filtro pasa bajo.

3.3.2.12 Filtro Pas Altos

Para este filtro también se utilizó una configuración Sallen-Key de segundo orden. A continuación se muestra su configuración típica y la utilizada.

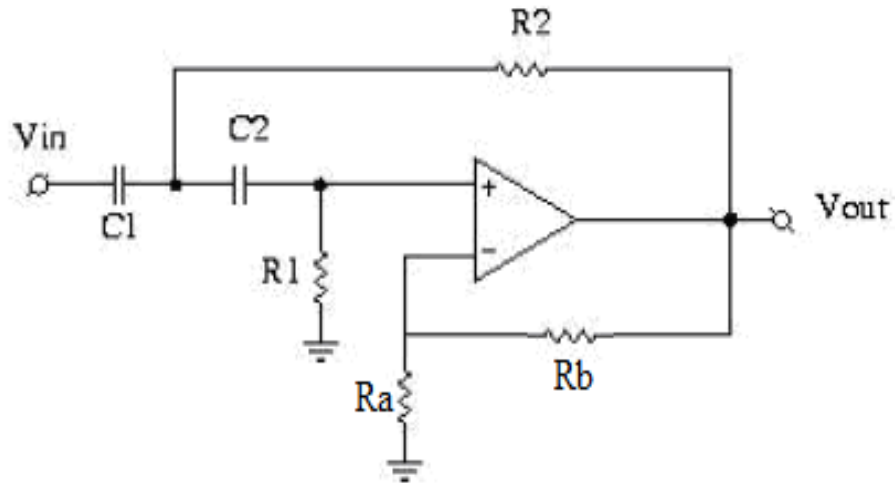


Figura 29: Configuración Sallen-Key filtro pasa alto de segundo orden.

La función de transferencia de este filtro es la siguiente:

$$F(s) = \frac{A_{\infty}}{\left(1 + \frac{a}{s} + \frac{b}{s^2}\right)}$$

$$F(s) = \frac{A_{\infty}}{1 + \frac{R_2 \cdot (C_1 + C_2)}{w_c \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2} \cdot \frac{1}{s} + \frac{1}{w_c^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2} \cdot \frac{1}{s^2}}$$

3.3.2.13 Cálculo de Resistencias y Condensadores

Procedimiento de Diseño:

Ganancia del sistema: $A = 2$

Frecuencia de Corte: $F_o = 0.1\text{Hz}$

Hallamos el Factor de Calidad Q:

$$Q = \frac{1}{3 - A} = \frac{1}{1 - 2} \quad Q = 1$$

Considerando una atenuación de -3dB a 0.05 Hz realizamos el cálculo del filtro.

$$(0.70794)^2 = \frac{1}{\lambda^4 - \lambda^2 + 1}$$

$$\lambda^4 - \lambda^2 + 1 = 1,995$$

$$\lambda^2 = 1,6159 \quad \lambda = 1,27$$

Para pasar a paso altos:

$$\lambda_x = 1/\lambda \quad \lambda_x = 786,667 \times 10^{-3}$$

Escalando la frecuencia, se comienza seleccionando los condensadores.

$$\alpha = \frac{2 \pi (0,05)}{786,667 \times 10^{-3}} \quad \alpha = 0,2 \pi$$

Con: $C_{105} = C_{106} = 470 \text{ Nf}$

Escalamos impedancias:

$$R = \beta = \frac{1/\alpha}{C_{\text{deseado}}} = 3,386 \text{ M}$$

$$R_{112} = R_{113} = 3,3 \text{ M} \quad \text{Valor Normalizado}$$

Entonces se comprueba la frecuencia:

$$f_o = \frac{1}{2\pi (3,3M) (470nF)} = 0,1026 \text{ Hz}$$

Calculo de R_{114} y R_{115} : dependiendo de la ganancia que se desea del sistema.

$$A = 1 + \frac{R_{314}}{R_{313}} = 2 \quad \frac{R_{314}}{R_{313}} = 1 \quad R_{313} = R_{314} = 10K$$

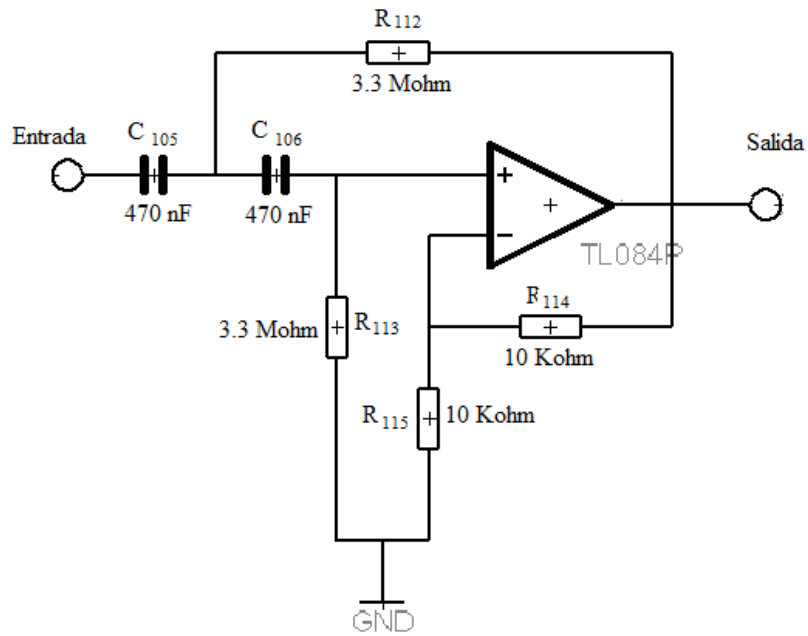


Figura 30. Filtro Pasa Altos

3.3.2.14 Filtro Notch o rechaza Banda

Un filtro notch es un tipo de circuito que permite el paso de todas las frecuencias en cualquier aplicación excepto frecuencias indeseadas (señales que produzcan ruido).

Este tipo de filtro se caracteriza por eliminar señales de una frecuencia específica.

Un filtro notch podría tener una mejor definición orientándolo hacia la aplicación en específico que se requiera. Un ejemplo muy típico es en la instrumentación medica suele utilizarse mucho, por ejemplo en los electrocardiogramas ya que están propensos a que sean afectados por el ruido proveniente de la red eléctrica (60 Hz o 50 Hz, dependiendo del país) que puede afectar la señal a evaluar. El filtro notch lo que hará es rechazar la frecuencia de 60 Hz o 50 Hz dependiendo del país, y permitirá el paso de las demás frecuencias.

A continuación se ven algunos parámetros que se consideran en el diseño de los filtros Notch.

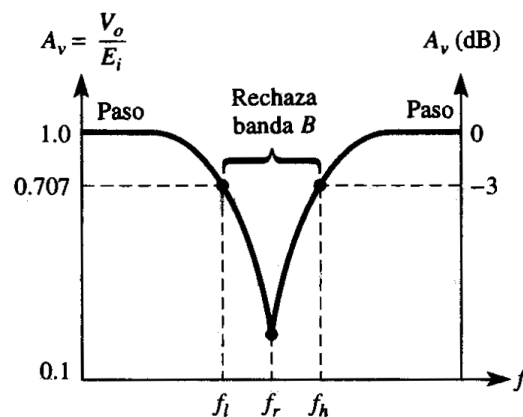


Figura 31: Curva característica de un Filtro Notch o filtro de muesca

Se ha considerado la siguiente configuración ya que nos permite tener un Q ajustable de 0,3 a 3 aproximadamente, este ajuste se realiza mediante los potenciómetros R_{r1} , R_{r2} y R_{r3} . La variación de este valor Q nos permitirá ver la variación de la respuesta de frecuencia, esto permite que se pueda calibrar el circuito adecuadamente.

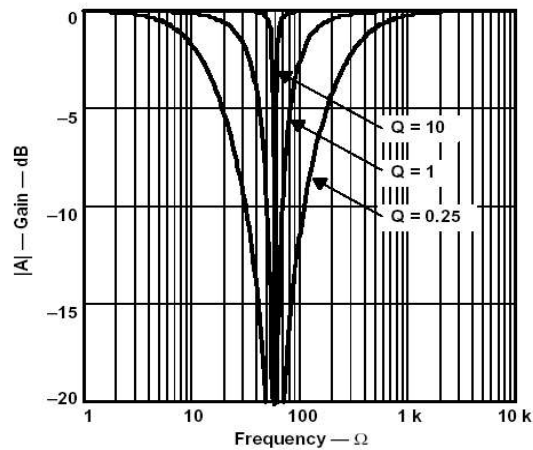


Figura 32: Respuesta en Frecuencia dependiendo del valor Q

En este caso se utilizara este filtro para eliminar la interferencia generada por la línea AC de 60 Hz. Con el objetivo que se pueda finalizar de forma clara la señal ECG para después realizar el procesamiento de la señal.

A continuación se muestra la configuración que se va a utilizar para este filtro Notch. En la primera etapa se utilizara un Filtro pasa banda seguidor de un sumador inversor.

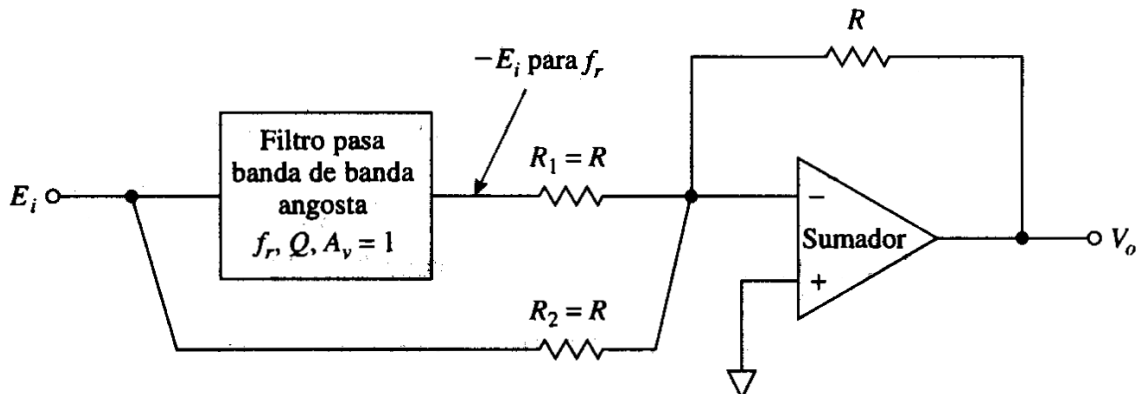


Figura 33: Configuración del Filtro Notch.

Como se muestra en la figura 33, el filtro Notch se construye restando la salida de un filtro pasa banda a la señal original. Para las frecuencias que están en la banda de paso del filtro, la salida de la sección del filtro pasa banda se aproxima a cero. Por lo tanto, la entrada E1 se transmite a través de la resistencia de entrada sumadora R_1 , con lo que V_o adquiere en valor igual a $-E_i$. Por lo tanto $V_o = -E_i$, tanto en la banda de paso superior como en la inferior del filtro de muesca.

Suponga que la frecuencia de E_i se ajusta a la frecuencia resonante de la componente del filtro pasa banda de banda angosta (La frecuencia f_r del pasa banda define la

frecuencia de muesca) E_i sale del pasa banda como $-E_i$ y luego R_1 y R lo invierten, con lo cual V_o adquiere el valor $+E_i$. Por otra parte, E_i pasa por R_2 con lo que el valor de V_o se vuelve $-E_i$. Es decir, V_o responde a las dos entradas del sumador y en la frecuencia f_r se convierte en $V_o = E_i - E_i = 0V$.

En la práctica, V_o se aproxima a cero solo cuando la frecuencia es f_r . La profundidad de la muesca dependerá de que tanto coincidan los valores de resistencias y capacitores en el filtro pasa banda y de un cuidadoso ajuste de la resistencia R_1 que está a la salida del sumador inversor.

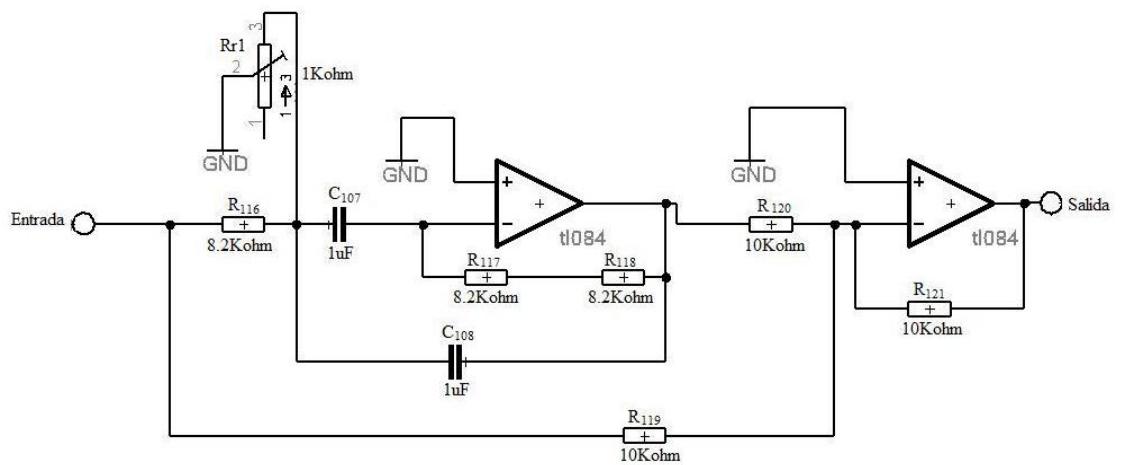


Figura 34 – Filtro Notch en una sola etapa

Para conseguir una respuesta rápida al rechazo de 60 Hz se tuvo que diseñar un filtro de tercer orden. Al momento de realizar las debidas pruebas nos dimos cuenta que todavía se tenía una pequeña señal de 60 Hz, por lo que se decidió utilizar otro filtro notch. En total se utilizaron 3 filtros Notch de tercer orden cada uno.

3.3.2.15 Cálculo de Resistencias y Condensadores

Para poder diseñar este filtro que elimine la señal de 60 Hz tomamos algunas consideraciones como:

Frecuencia de Muesca: $F_r = 60 \text{ Hz}$

Banda de Rechazo: $B = 20 \text{ Hz}$

Ganancia: $A_v = 1$ (0dB) Para que las señales deseadas se transmitan sin atenuaciones

Primero se diseña el filtro pasa banda angosta. Hallando el Valor de Q del filtro Pasa banda, teniendo como ancho de banda $B = 20 \text{ Hz}$.

$$Q = \frac{F_r}{B} = \frac{60}{20} = 3$$

Teniendo la frecuencia F_r , se consigue el valor máximo en este tipo de filtros. Se elige un valor para el capacitor $C_{107} = C_{108} = 1\mu\text{F}$. Con este valor hallamos R_{116} .

$$R_{116} = \frac{0.1591}{BC_7} \quad R_{116} = \frac{0.1591}{20 (1\mu\text{F})} \quad R_{116} = 7955$$

Normalizando $R_{116} = 8.2\text{K}$

$$2R_{116} = R_{117} + R_{118}$$

$$R_{117} = R_{118} = 8.2\text{K}$$

Utilizando la ecuación siguiente se obtiene el valor de uno de los potenciómetros.

$$R_r = \frac{R_{117}}{2(Q)^2 - 1} \quad R_r = \frac{8.2\text{K}}{2(3)^2 - 1} \quad R_r = 482.35\Omega$$

Se coloca un Potenciómetro de 1K para poder llegar a este valor.

Se considera los valores de $R_{119} = R_{120} = R_{121}$

El ancho de Banda esta dado entre las frecuencias de 50 Hz y 70 Hz. esto quiere decir que el circuito transmitirá las frecuencias de 0Hz a 50 Hz y de 70 Hz a frecuencias altas. Estos valores hallados se repiten en cada una de las etapas.

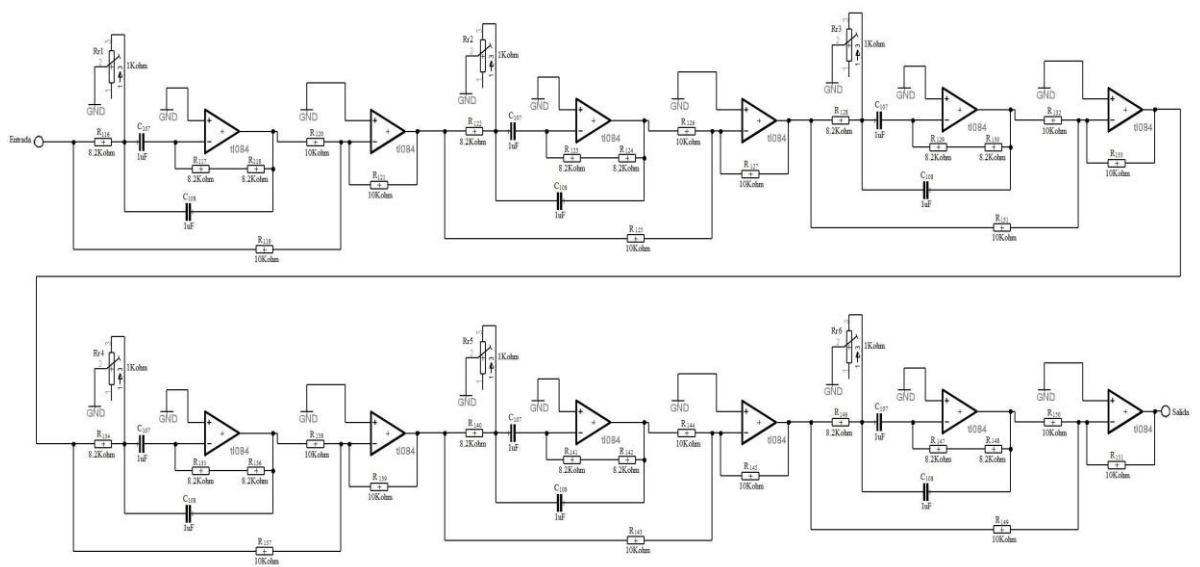


Figura 35 – Esquemático de los dos Filtros Notch de tercer orden

3.3.2.16 Acondicionamiento de la Señal Electrocardiográfica

En esta etapa se va a acondicionar la señal de salida del Amplificador de la señal electrocardiográfica, para poder hacer la respectiva adquisición de la señal al computador. Sabiendo que la señal cardiaca tiene partes tanto positivas como negativas, se aplicara un circuito acondicionador de la señal ECG para poder poner toda la señal en valores positivos.

Los valores que se toman para la digitalización de la señal de salida del electrocardiógrafo tienen que ser de 0 a 5 voltios para poder ser analizados, por este motivo se utilizara este circuito acondicionador, para poder eliminar los valores negativos.

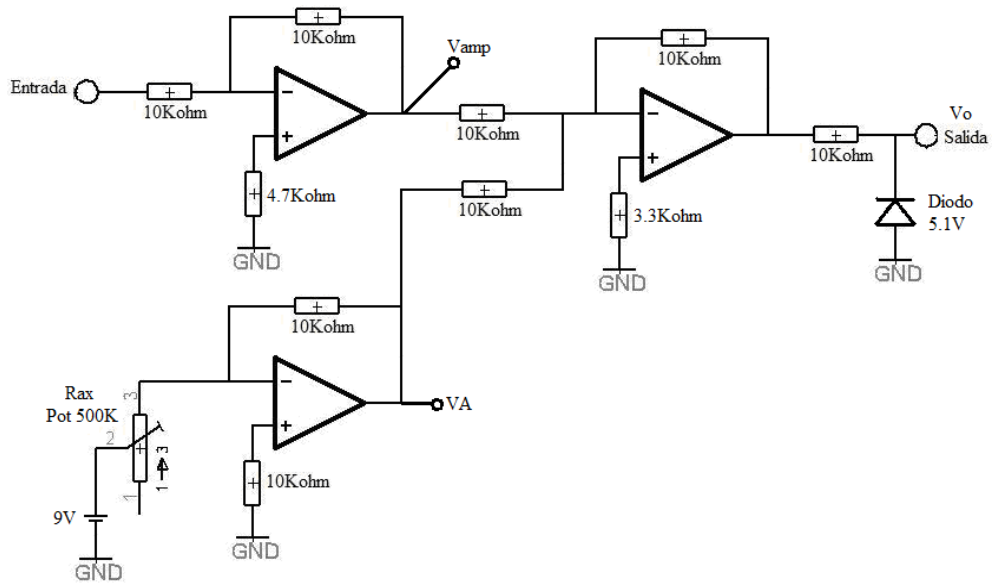


Figura 36. Circuito Acondicionador de la Señal ECG.

3.3.2.17 Cálculo de Circuito Acondicionador de la Señal

Se calcula el amplificador inversor inferior, ya que dicho amplificador permitirá variar el voltaje del circuito de acondicionamiento. Primero se calcula el circuito amplificador inversor.

$$\frac{9V - 0V}{Rax} = \frac{0V - VA}{10K}$$

Eligiendo un voltaje de inicio de $VA = 0.5 V$.

$$Rax = \frac{9V (10K)}{0.5V} = 180K$$

Obteniendo como valor final de la salida para el sumador:

$$Vo = -\left(\frac{-Vamp (10K)}{10K} + \frac{-0.5V (10K)}{10K}\right)$$

$$Vo = Vamp + 0.5$$

Se puede observar que variando el valor de Rax se puede variar el valor de la salida VA , y se puede aumentar el valor del circuito acondicionador. En la parte final del circuito se coloca un diodo con límite 5.1V, para poder limitar el voltaje de salida del circuito, en el caso que exista un sobre voltaje. De esta manera protegerá al microcontrolador, ya que solo puede recibir un voltaje de 5V.

3.3.2.18 Etapa Digital

Una vez diseñada la etapa analógica se llega a la etapa digital. En este apartado se tiene que seleccionar un microcontrolador que se adapte a los requisitos del presente trabajo. Luego de realizar un estudio sobre microcontroladores y analizar las diferentes características de cada uno, se puede utilizar el PIC18f4550 de Microchip (Ver características PIC18F4550 en el anexo) debido a que este dispositivo permite la conexión USB hacia la computadora y poder visualizar las señales electrocardiografías. De todas formas al estar todos los microcontroladores integrados en un chip, su estructura fundamental y sus características son muy parecidas. Todos disponen de los bloques esenciales: procesador, memoria de datos e instrucciones, líneas de entrada y salida, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos. Sin embargo, cada fabricante intenta enfatizar los recursos idóneos para las aplicaciones a las que se destinan preferentemente.

3.3.2.18.1 Microncontrolador

El microcontrolador a utilizar será el 18f4550 la parte más principal del bloque de adquisición de datos, que realizara las funciones de:

- Recibir las señales de los electrodos y realizar la conversión de la señal analogía a señal digital.
- Comunicación USB, que permitirá hacer una comunicación con la computadora.
- Manejar el LCD, para visualizar los valores de los sensores.

La primera acción que realiza el microcontrolador es recibir la señal a medir previamente amplificado y filtrado, seguidamente esta señal entra al módulo CAD para su conversión en señal digital. Posteriormente dicha señal es enviada a una computadora por medio del modulo USB del microcontrolador.

3.3.2.18.2 Características del Microcontrolador

Las características del microcontrolador elegido se describen en la siguiente tabla:

Tabla 18 Características del Microcontrolador 18F4550

CARACTERÍSTICA	18F4550
Frecuencia de operación	Hasta 48 MHz
Memoria de programa	32 Kbytes
Memoria RAM	2 Kbytes
Memoria EEPROM	256 bytes
Líneas de E/S	35
Fuentes de interrupción	20
Temporizadores	4
Convertor A/D 10 bits	13 canales
Comparadores análogos	2
Comunicación serial	EAUSART, SPI, I ² C
Comunicación USB	1
Módulos PWM	2

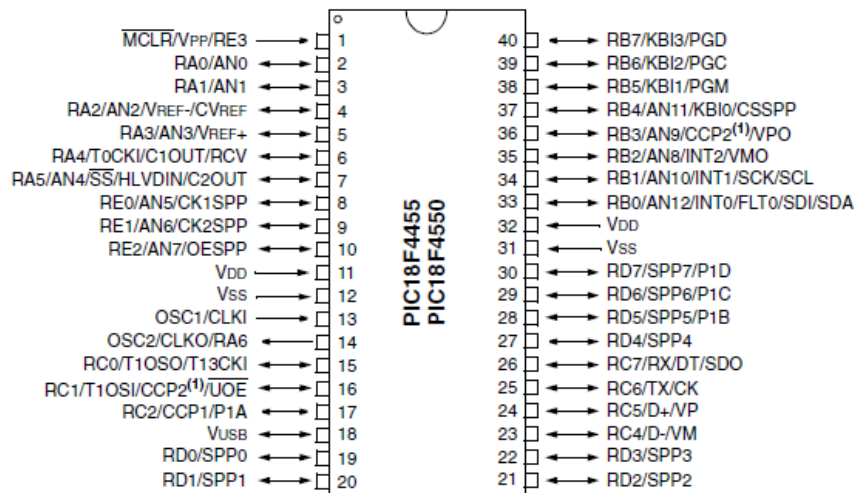


Figura 37. Distribución de Pines del Microcontrolador 18F4550

3.3.2.18.3 Conversor Analógico Digital (ADC)

El microcontrolador 18F4550 posee un conversor análogo digital interno con las siguientes especificaciones.

- 10 bits de resolución
- 13 canales análogos
- Tiempo de adquisición configurable
- Reloj de conversión configurable
- Voltajes de referencia configurables

La señal proveniente del circuito de adquisición de la etapa analógica se conecta al canal 0 (AN0): RA0 (PIN 2).

El conversor análogo digital posee un condensador interno de muestreo, antes de iniciar una conversión se debe esperar un tiempo mínimo (TACQ), para que el condensador se cargue totalmente al nivel de la entrada análoga, el tiempo varía dependiendo de la impedancia de entrada de conversor y la impedancia de salida del circuito a digitalizar.

Este tiempo debe ser mayor que 2.4 μ s y se puede asignar en el programa por medio de un retardo o se puede configura automático, en el modo automático

Las líneas de entrada y salida (E/S) vienen distribuidas en varios puertos, están distribuidos de la siguiente manera:

- PUERTO A 7bits
 - PUERTO B 8bits
 - PUERTO C 8bits
 - PUERTO D 8bits
 - PUERTO E 4bits
1. El pin RA6 es compartido con el oscilador principal, en el caso de utilizar el oscilador interno, este pin puede ser utilizado como entrada o salida.
 2. El pin RC3 no está implementado
 3. Los pines RC4 y RC5 son utilizados por el transceiver del módulo USB, en el caso de que el modulo USB este deshabilitado, estos pines pueden ser utilizados únicamente como entradas.
 4. El pin RE3 es compartido con la función de MASTER CLEAR (MCLR), en el caso que esta función sea deshabilitada este bit se puede utilizar únicamente como un pin de entrada (Schmitt Buffer Input), no admite salida.

3.3.2.18.4 Conector USB

La comunicación USB se basa en mensajes que se denominan transferencias. Cada transferencia es un mensaje completo que se envía desde el dispositivo. Las transferencias se envían en frames o tramas, que en el caso de dispositivos full speed tienen una duración de

1ms. Esta característica de transmisión divide las transferencias en segmentos, llamadas transacciones.

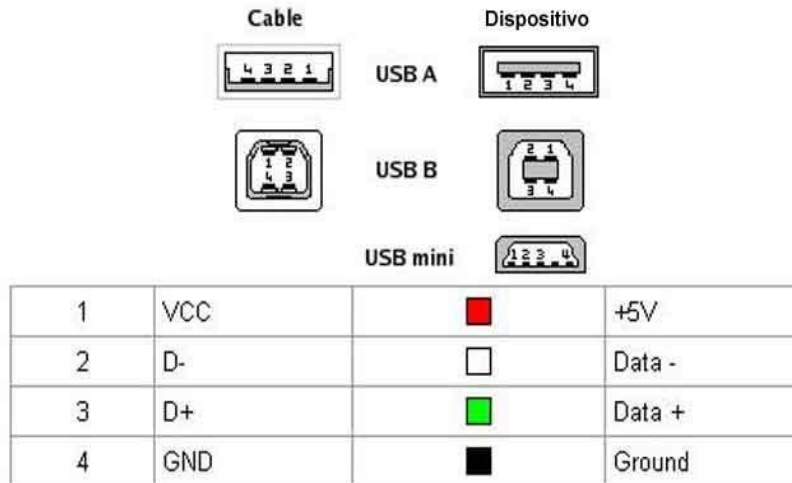


Figura 38 Nomenclatura de los pines de los conectores USB. [30]

Cada transacción USB está formada por los siguientes paquetes.

- Token Packet: Cabecera que define la información que se va a transmitir.
- Data Packet: Paquete donde se transmite la información
- Status Packet: Usado para hacer la aceptación o Acknowledge de las transacciones.

3.3.2.18.5 Firmware USB del PIC

El microcontrolador 18F4550 dispone de un módulo USB. Dicho modulo se puede controlar directamente por periférico consultando el datasheet del fabricante y las especificaciones del USB.

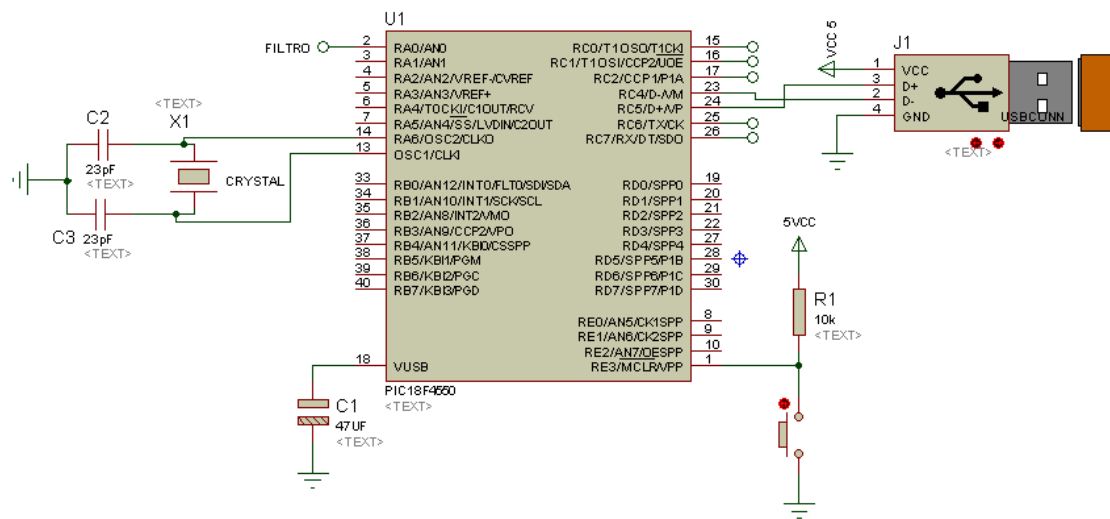


Figura 39. Esquema final del Circuito de Adquisición

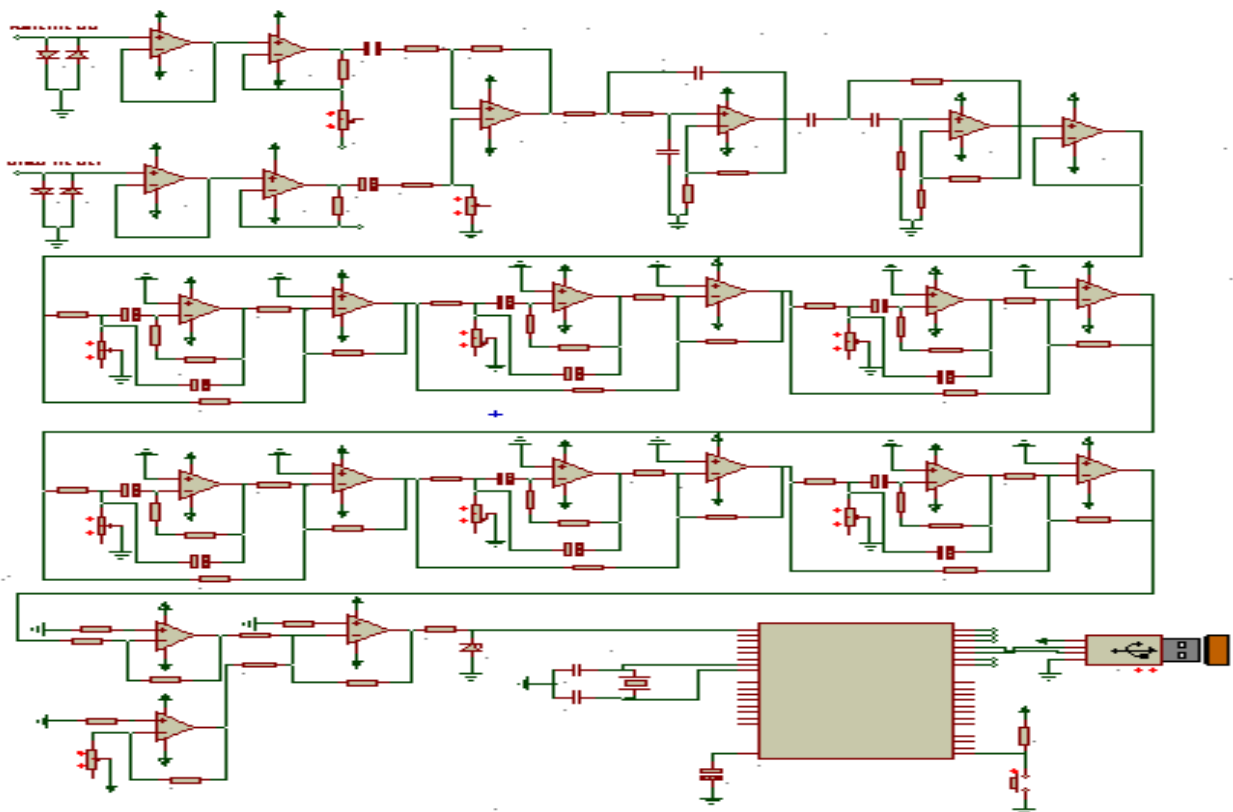


Figura 40. Circuito General

3.3.2.18.6 Cliente Servidor Utilizando Software Visual Basic 6.0

Cliente/servidor es la forma de llamar a las aplicaciones que trabajan en conjunto. Es decir, que existe una aplicación de software totalmente disponible a procesar /enviar información (SERVIDOR) que otra aplicación de software la Solicita (CLIENTE).

Estos pueden ser los servidores de Páginas Webs (HTTP), servidores de Transferencia de Archivos (FTP), servidores de correo (SMTP), etc. [31].

Cliente: Es toda aplicación que se conecta a un Servidor para solicitar alguna información.

Servidor: Es toda aplicación que se mantiene a la espera de un cliente que solicite información, la cual es entregada si fuese posible. Se dice que este ofrece o sirve un servicio.

Para más detalle se pone a consideración un ejemplo sobre el funcionamiento del servidor de Páginas Webs (HTTP). Para ello realiza una visita a un sitio Web en particular y se analizara luego lo sucedido:

- Se ejecuta el navegador (Internet Explorer, Netscape, Firefox, etc.)
- Se ingresa la dirección del sitio Web que se desea ver, por ej. www.google.com
- Se da al botón "Ir", "Ver", etc. Para que el navegador se conecte a la dirección.
- El navegador inmediatamente comienza a recibir poco a poco la página Web solicitada.
- Una vez concluida la descarga nuestro navegador se desconecta del sitio de forma oculta al usuario.

Ahora si se analiza los pasos que fueron necesarios para visitar un sitio Web, se observa que lo primero que se tiene que hacer es ejecutar un programa específico el cual tiene la habilidad de conectarse a una dirección Web. Este programa que se conecta a X dirección, se llamara *Cliente*, porque es el que solicita la información, en este caso solicita una página Web. Y quien le entrega dicha información al cliente se llamara Servidor, que en este caso es una aplicación que corre bajo la dirección del sitio en un computador remoto conectado a Internet (www.google.com).

Como conclusión, si se analiza la petición de la página Web se puede obtener que los elementos básicos que se necesita para una conexión cliente/servidor sean:

- Un programa Cliente (el que solicita la información)
- Un programa Servidor (el que sirve la información que se necesita)
- Una dirección hacia el servidor (para poder saber a donde conectar)

Con estos tres elementos se puede realizar una conexión cliente/servidor sin problemas y es la base de las aplicaciones.

Es importante indicar, que en lo que a "dirección" se refiere, está formada por un número IP (o DNS) y un número de PUERTO. Este último es así porque un computador puede tener muchos puertos destinados para ofrecer distintos servicios, ya sean Páginas Webs (Puerto 80), Mails (Puerto 25 y 110), FTP (puerto 21), Telnet (23), etc.

Los puertos mencionados son los más usuales para estos servicios, eso no quiere decir que tenga que ser siempre así, por ej. Se puede usar el puerto 80 (Comúnmente para HTTP) para ofrecer un servicio FTP, o bien implementar un Chat o cualquier aplicación deseada. Los puertos solo están disponibles para cualquier uso que se desee dar.

Como referencia es importante conocer cuántos puertos puede usar una computadora. Los puertos están direccionados por 16 Bits, esto es que existe un total de 2^{16} puertos, lo que equivale a 65.536 puertos disponibles, aunque como el puerto 0 no se puede usar solo tenemos utilizables desde el puerto 1 al puerto 65.535. En el presente trabajo se utilizara el puerto 20 para las aplicaciones.[31]

3.3.2.18.6.1 Preparación del Software Visual Basic 6.0

El software Visual Basic v6.0 por defecto no está preparado para trabajar con aplicaciones cliente/servidor, y hace falta configurar algunas aplicaciones antes de comenzar a trabajar.

En primer lugar se requiere crear un nuevo proyecto. Se elige la Aplicación Estándar (prácticamente puede ser cualquier otra, pero en este caso se trabajara de esta manera.

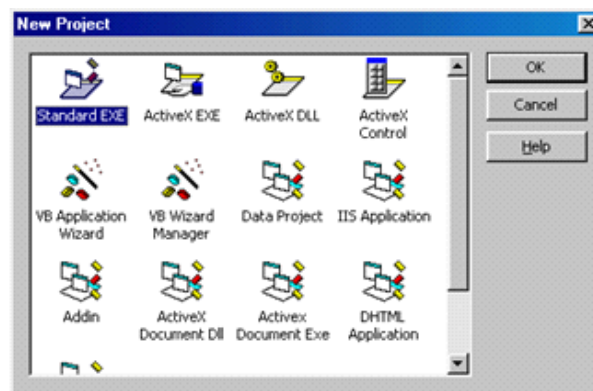


Figura 41. Creación de un nuevo proyecto en Visual Basic 6.0 .[31]

Paso seguido se requiere cargar el Control WinSock, para ello se realiza lo siguiente:

- Ir al menú “Proyecto” y seleccionar “Componentes”.
- En la lista de componentes buscar “Microsoft WinSock Control 6.0”, puede ser otra versión o bien terminar con “(SP6)”.
- Marcar este control y darle al botón “Aceptar”.

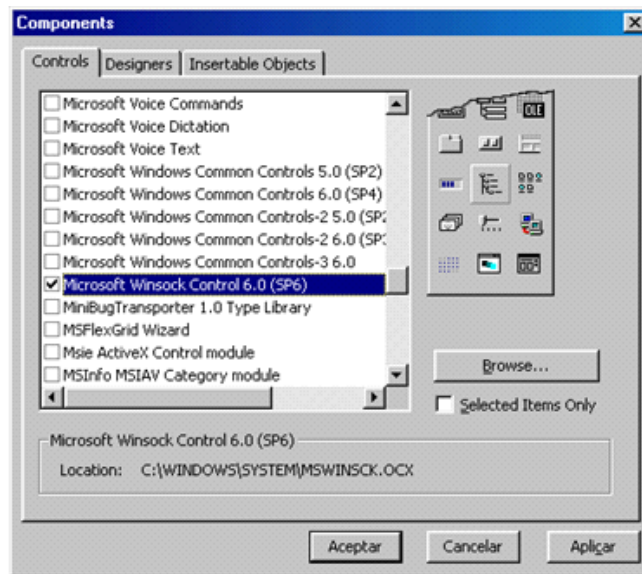



Figura 42. Configurando el paquete Winsock en el Software Visual Basic 6.0
 Realizando este paso se puede observar que se se agrega un nuevo control llamado WinSock, con el icono .

Seguidamente el programa ya se encuentra listo para realizar una aplicación Cliente/Servidor.

3.3.2.18.6.2 Componente Winsock

El componente WinSock del Visual Basic es el que permite realizar conexiones Cliente/Servidor a través de protocolos TCP y UDP. Este único componente puede trabajar de dos formas, como Cliente (Conecta a un servidor) y como Servidor (Recibe conexiones), además de poder realizar vectores de WinSock lo que permite administrar varias conexiones con un mismo código en común. [31]

A continuación se describe las principales propiedades, métodos y eventos del componente.

Propiedades

- Property LocalHostName As String (Solo lectura)
 Retorna el nombre de la maquina local.
- Property LocalIP As String (Solo lectura)
 Retorna la dirección IP de la maquina local.
- Property Protocol As ProtocolConstants
 Retorna/Asigna el tipo de protocolo que usara el Socket
 Estos valores pueden ser dos: sckTCPProtocol y sckUDPProtocol.
- Property RemoteHost As String

Retorna/Asigna el nombre (dirección) usado para identificar a la maquina remota.

- Property RemoteHostIP As String (Solo lectura)
Retorna la dirección IP del Host Remoto.
- Property State As Integer (Solo lectura) Retorna el estado de la conexión del Socket.

Métodos

- Sub Accept(requestID As Long)
Acepta una petición de conexión entrante.
- Sub Close ()
Cierra la conexión actual.
- Sub Connect([RemoteHost], [RemotePort])
Conecta a un computador remoto.
- Sub GetData(data, [type], [maxLen])
Recibe datos enviados por el computador remoto.
- Sub Listen()
Se pone a la escucha de peticiones de conexión entrantes.
- Sub SendData(data)
Envía datos al computador remoto.

Eventos

- Event Close()
Ocurre cuando la conexión ha sido cerrada remotamente.
- Event Connect()
Ocurre cuando la operación de conexión se ha completo.
- Event ConnectionRequest(requestID As Long)
Ocurre cuando un cliente remoto se intenta conectar.
- Event DataArrival(bytesTotal As Long)
Ocurre cuando se reciben datos desde un computador remoto.

3.3.2.18.6.3 Aplicación Servidor.

La aplicación servidor utiliza una interfaz HMI que estará ubicada en la computadora ubicada en el Centro de Salud de Ocongate que actuara como servidor, esta aplicación permitirá la comunicación con el circuito de adquisición de datos vía el puerto USB . Esta computadora estará a la espera de que el cliente solicite información; una vez realizada la solicitud del cliente, el servidor enviara los datos provenientes del circuito de adquisición y acondicionamiento de las señales electrocardiográficas para ser visualizadas en la computadora cliente via internet utilizando el protocolo TCP/IP. En la figura 43 se detalla el interfaz HMI del servidor realizado en el software visual basic 6.0. indicando los nombres de cada botón de control.



Figura 43. Interfaz HMI para visualización de la señal electrocardiográfica en el Servidor.

A continuación se detalla cada uno de los botones de control del interfaz Servidor:

- **CONECTAR:** Este botón de control realiza la conexión por medio de un puerto Virtualcom con el bloque de adquisición de datos.
- **ESCUCHAR:** Este botón realiza la función de escuchar si existe una conexión entrante.
- **DESCONECTAR:** este botón se utiliza para finalizar la conexión entre cliente y servidor.
- **IP LOCAL:** Este botón permite reconocer el IP del servidor o maquina local, el mismo que se muestra en la casillero al costado.

- CHAT Y CHAT IN: A través de de estos casilleros el personal ubicado en el Centro de Salud de Ocongate podrá realizar conversación escrita con el médico especialista ubicado en el Hospital Regional en la Ciudad de Cusco.
- En la parte central del panel se muestra la señal electrocardiográfica proveniente del paciente.

Para implementar la conexión, en primer lugar se habilita el socket para que pueda quedar esperando una conexión, se dice que queda “a la escucha de”. Para esto solo se requiere un botón “Escuchar” y como datos un puerto local (a elección) en el cual se desea recibir conexiones entrantes.

a) Propiedades necesarias.

- LocalPort: Se asigna el puerto local en el cual se desea recibir conexiones.

b) Métodos necesarios.

- Listen(): Escucha peticiones entrantes.
- Close(): Cierra la conexión al servidor.

c) Eventos involucrados.

- ConnectionRequest(): Ocurre cuando un cliente solicita una conexión al servidor.
- Close(): Ocurre cuando el servidor cierra la conexión.

3.3.2.18.6.4 Aplicaciones Cliente.

Esta aplicación trabaja como un cliente simple que conecte a cualquier servidor. Esta aplicación es la interfaz HMI que irá en la computadora cliente, esta aplicación permitirá comunicar con la computadora servidor vía Ethernet, utilizando el protocolo TCP/IP. Para poder visualizar las señales electrocardiográficas por parte del profesional médico especialista ubicado en el Hospital Regional de Cusco.

En la figura 44 se detalla el interfaz HMI del cliente realizado en el software visual basic 6.0. indicando los nombres de cada botón de control.



Figura 44. Interfaz HMI para visualización de la señal electrocardiográfica del cliente.

A continuación se detalla cada uno de los botones de control del interfaz Servidor:

- **BOTÓN CONECTAR:** este botón permite conectar al cliente (Hospital Regional) con la computadora servidor, para lo cual se deberá conocer y colocar la IP del servidor.
- **BOTÓN DESCONECTAR:** este botón permite finalizar la conexión con el servidor.
- **INGRESAR:** este botón habilita al botón conectar, siempre y cuando los datos introducidos en los casilleros correspondientes al usuario y contraseña sean validos. Paso seguido será posible la conexión con el servidor.
- **IP O DNS DEL SERVIDOR:** En este casillero se debe introducir el IP o DNS del servidor para establecer conexión.
- **CHAT Y CHAT IN:** A través de de estos casilleros el personal ubicado en el Hospital Regional de Cusco podrá realizar conversación escrita con el personal del Centro de Salud de Ocongate.
- En la parte central del panel se muestra la señal electrocardiográfica proveniente del paciente ubicado en el Centro de Salud de Ocongate.

Para implementar la conexión, en primer lugar se debe crear la conexión al servidor, pues para realizar cualquier transmisión es necesario establecer primero la conexión cliente/servidor.

Propiedades necesarias.

- RemoteHost: Asignamos la dirección a la que deseamos conectar.
- RemotePort: Asignamos el puerto al que deseamos conectar en RemoteHost.

a) Métodos necesarios.

- Connect(): Conecta al servidor.
- Close(): Cierra la conexión al servidor.

b) Eventos involucrados.

- Connect(): Ocurre cuando hemos establecido con éxito la conexión al servidor
- Close(): Ocurre cuando el servidor nos cierra la conexión.
- Error(): Ocurre en caso de errores.

Una vez realizada con éxito la conexión, se inicia la transferencia de datos, es preciso mencionar que estos datos se envían siempre en forma binaria, ya que el texto en sí es una representación gráfica de un número binario, todos como variables de tipo String (cadenas).

a) Métodos necesarios.

- GetData: Recibe datos enviados por el extremo remoto (socket remoto).

b) Eventos involucrados.

- DataArrival(): Ocurre cuando el socket remoto nos está enviando datos.
- Error(): Ocurre en caso de errores.

En caso de producirse algún error la acción más simple de realizar es simplemente cerrar la conexión con el método "Close".

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El estudio desarrollado demuestra que es posible implementar un sistema para el monitoreo y transmisión de señales ECG del centro de salud de Ocongate hacia el Hospital Regional del Cusco.

El sistema consta de bloque de adquisición de las señales electrocardiográficas que comprende la digitalización de las mismas, 2 computadoras, software HMI para la computadora cliente y servidor. Las señales son enviados al servidor y este a su vez lo envía al cliente, habiendo una conexión previa.

No se ha realizado ningún encriptamiento de los datos provenientes del bloque de adquisición de la señal para la comunicación con el computador.

Los dispositivos utilizados en el presente diseño se encuentran disponibles en el mercado local y a bajo costo.

El modelo de comunicación entre las dos computadoras es el de cliente – servidor, vía internet usando el protocolo TCP/IP para asegurar la entrega de los datos y se utilizo el puerto 30 de los 65535 puertos disponibles.

Se cumplió con el objetivo de demostrar que es posible adquirir una señal ECG mediante dispositivos de instrumentación digitalizarla y transmitirla via internet.

RECOMENDACIONES

La aplicación de este sistema de adquisición y transmisión de señales ECG es ideal para zonas rurales que cuenten con un centro de salud en donde no haya especialistas para detectar enfermedades patológicas del corazón.

El modelo control puede desarrollarse en otro lenguaje de programación, no necesariamente visual basic para que se pueda ejecutar en otros sistemas operativos más seguros que Windows como Linux.

Utilizar otros protocolos para la comunicación entre la computadora servidor con la computadora cliente (UDP, modbus, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte . Alex Meri, España 2005, pag. 42.
<http://books.google.com.pe/books?id=tWpzqA3OI0AC&pg=PA41&dq=EL+CORAZON+FISILOGIA&hl=es&sa=X&ei=Mp2dUd2NB7iI4AO7-oDwDQ&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=EL%20CORAZON%20FISIOLOGIA&f=false>.
- [2] Introducción a la Ingeniería Biomédica. Alexander Ariza 2009
- [3] Texas Heart Institute at St. Luke's Episcopal Hospital
http://www.texasheartinstitute.org/HIC/Anatomy_Esp/anato_sp.cfm
- [4] Electrocardiograma - ¿Como se producen los impulsos eléctricos?
<http://www.monografias.com/trabajos54/electro-cardiograma/electro-cardiograma2.shtml>
- [5] Bases electrofisiológicas
<http://adolfoneda.com/mecanismos-de-la-arritmogenesis/>
- [6] Potencial de Membrana y Potencial de Acción – Fisiología Humana
<http://adolfoneda.com/mecanismos-de-la-arritmogenesis/>
- [7] Rocío Virginia Chirinos Ramírez.
2008 Diseño de un Prototipo de Modulo RF Aplicado a Telemedicina para Monitoreo de Señales ECG en Hospitales y Domicilios. Rocío Virginia Chirinos Ramírez.
Tesis (Lic) Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
Lima Perú.
- [8] Catherine Nathalie Mesia Benito
2011 Sistema de Adquisición de Señales Biomédicas sobre FPGA
Tesis (Lic) Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
Lima Perú.
- [9] Daniel Sánchez Morillo
2008 Procesado y Transmisión de Señales Biomédicas para el Diagnóstico de trastornos y Enfermedades del Sueño.
<http://minerva.uca.es/publicaciones/asp/docs/tesis/DSanchezMorillo.pdf>

- [10] D. Bronzino Joseph
2000 The Biomedical Engineering Handbook. Segunda Edición.
- [11] Artur Guyton Tratado de Fisiología
- [12] DALCAME Grupo de Investigación Biomédica. Electrocardiografía.
<http://www.dalcame.com/ecg.html>
- [13] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Las tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares: Abr-May-Jun 2008
<http://www1.inei.gov.pe/web/BoletinFlotante.asp?file=7601.pdf>
- [14] PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA BANDA ANCHA EN EL PERU LIMA
MAYO DEL 2011.
https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf
- [15] 2005 Union Internacional de Telecomunicaciones
Manual sobre redes basadas en el Protocolo Internet (IP) y asuntos conexos.
<http://www.itu.int/ITU-T/special-projects/ip-policy/final/IPPolicyHandbook-S.pdf>
- [16] Estrategia Nacional de Gobierno Electrónico 2013-2017
Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática ONGEI PERU DICIEMBRE DEL
2012.
http://www.peru.gob.pe/normas/docs/Estrategia_Nacional_Gobierno_Electronico_2013_2017.pdf
- [17] Informe Técnico N 02 Junio 2012 INEI
Las tecnologías de información y comunicación en los hogares.
Trimestre: enero - Febrero - Marzo 2012.
<http://www.inei.gov.pe/web/BoletinFlotante.asp?file=14531.pdf>
- [18] Distrito de Ocongate
http://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Ocongate
- [19] Mejoramiento y Ampliación de la oferta educativa de la I.E. n° 50543
de Palca del Distrito Ocongate, provincia Quispicanchi, departamento cusco
http://ofi.mef.gob.pe/appFD/Hoja/VisorDocs.aspx?file_name=10541_OPIMDOCONGAT_2012416_11013.pdf
-

- [20] Cifras de Población y Censos Demográficos 2002 – 2012.
<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t20/p259&file=inebase&L=0>
- [21] <http://www.bvsde.paho.org/documentosdigitales/bvsde/texcom/ASIS-regiones/Cusco/Cusco2008.pdf>
- [22] Red de Servicios de Salud Cusco Sur
http://www.transparencia.regioncusco.gob.pe/attach/docs_normativo/planes/poi/2013/17.poi.2013.grds.cusco.sur.pdf
- [23] Plan Regional de Acción por la Niñez y la Adolescencia de Cusco PRANA 2006-2012.
http://www.tarea.org.pe/images/plan_regional_cusco.pdf
- [24] Plan Estratégico Institucional Gobierno Regional Cusco.
<http://www.ima.org.pe/transparencia/PEI-2012-2016.pdf>
- [25] Patrimonio Perú - Ocongate
http://www.patrimonioperu.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=118:quispicanchi&id=834:ocongate
- [26] Instituto Nacional de Estadística e Informática – Consulta a nivel Nacional y departamental
<http://www.inei.gob.pe/BancoCuadros/bancocuadro.asp?p=14>
- [27] Dirección Regional de Salud Cusco
<http://www.diresacusco.gob.pe/estaditica/estadistica.htm>
- [28] <http://www.diresacusco.gob.pe/inteligencia/epidemiologia/mapasredes>
- [29] Instrumentación Electrónica de Comunicaciones. El Amplificador de Instrumentación. Jose Maria Drake Moyano. Dpto. de Electrónica y Computadores. Santander, 2005.
http://www.ctr.unican.es/asignaturas/instrumentacion_5_IT/IEC_3.pdf
- [30] EXTENDER UN CABLE USB POT UTP – USB A RJ45
<http://www.malditonerd.com/howto-extender-un-cable-usb-por-utp-usb-a-rj45/>
- [31] Tutorial Cliente/Servidor en Visual Basic 6.0
<http://www.monografias.com/trabajos30/tutorial-visual-basic/tutorial-visual-basic.shtml>

ASPECTO ADMINISTRATIVO

Costos y Presupuestos.

Los costos del proyecto se dividieron en tres partes.

1. Costo de materiales
2. Costo de diseño y programación.
3. Costo total

Costo de materiales.

Los costos de los materiales son los costos de los elementos y dispositivos electrónicos usados en el desarrollo del proyecto que se detalla a continuación.

Detalle	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total S/.
ELECTRODO			
ELECTRODO	2	10.0	20.0
CABLE	2	6.0	12.0
ACCESORIOS	2	1.0	2.0
AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACION			
FUENTE DOBLE+12V;-12V	1	50.00	50.00
DIODOS	4	0.20	0.80
CAPACITOR 1uf ceramico.	2	0.20	0.40
RESISTENCIA 100K 1W	2	0.10	0.20
RESISTENCIA 1M 1W	3	0.10	0.30
POTENCIOMETRO 50K	1	2.0	2.0
POTENCIOMETRO 100K	1	2.0	2.0
AD620	1	30.00	30.00
PLACA	1		10.0
FILTRO PASABANDA			
CAPACITOR 68nf cerámico.	2	0.20	0.40
CAPACITOR 470nf cerámico.	2	0.20	0.40
RESISTENCIA 22K 1W	2	0.10	0.20
RESISTENCIA 3.3M 1W	2	0.10	0.20
RESISTENCIA 10k 1W	4	0.10	0.40
OPAM TL084	3	1	3.0
PLACA	1		10.0
FILTRO PASABAJOS			
RESISTENCIA 22K 1W	2	0.10	0.20
RESISTENCIA 10K 1W	2	0.10	0.20

CAPACITOR 68nf cerámico.	2	0.20	0.40
OPAM TL084	1	1	1.0
PLACA	1		10.0
FILTRO PASA ALTOS			
RESISTENCIA 3.3M 1W	2	0.10	0.20
RESISTENCIA 10K 1W	2	0.10	0.20
CAPACITOR 470nf cerámico.	2	0.20	0.40
OPAM TL084	1	1	1.0
PLACA	1		10.0
FILTRO NOTCH UNA ETAPA			
RESISTENCIA 8.2K 1W	3	0.10	0.30
RESISTENCIA 10K 1W	3	0.10	0.30
CAPACITOR 10 uf	1	0.20	0.20
POTENCIOMETRO 1K	1	2.0	2.0
OPAM TL084	1	1	1.0
PLACA	1		10.0
FILTRO NOTCH TERCER ORDEN			
RESISTENCIA 22K 1W	18	0.10	1.80
RESISTENCIA 10K 1W	12	0.10	1.20
CAPACITOR 1 uf	12	0.20	2.40
POTENCIOMETRO 1K	6	2.0	12.0
OPAM TL084	12	1	12.0
PLACA	1		10.0
ACONDICIONADOR DE SEÑAL			
RESISTENCIA 10K 1W	8	0.10	0.80
RESISTENCIA 3.3K 1W	1	0.10	0.10
RESISTENCIA 4.7K 1W	1	0.10	0.10
POTENCIOMETRO 500K	1	2.0	2.0
PLACA	1		10.0
ADQUISICION Y TRANSMISION DE SEÑAL			
PIC18F4550	1	20.00	20.0
FUENTE 5VDC	1	20.0	20.0
CRYSTAL 20M	1	1.00	1.00
CAPACITOR 47 uf/16 v.	1	0.50	0.50
CAPACITOR 23pf	2	0.10	0.20
PULSADORES	1	0.20	0.20
BORNERAS	7	0.20	1.40
RESISTENCIA 10K 1W	1	0.10	0.10
CONECTOR USB TIPOB	1	3.50	3.50
PLACA	1		10.0
LICENCIA DE SOFTWARE VISUAL	1	600.00	600.00

BASIC 6.0			
OTROS			
PAPEL BOND	2MILLARES		44.0
SUBTOTAL			935.00

Costo de Diseño y Programación.

Los costos de diseños son los honorarios de un técnico especialista en diseño de circuitos y placas.

Detalle	COSTOS		
	Duración (horas)	Costo (hora)	Total (soles)
Amplificador de instrumentación	4	30	120.00
Filtro Pasa Banda	5	30	150.00
Filtro Pasa Bajos	4	30	120.00
Filtro Pasa Altos	4	30	120.00
Filtro Notch una Etapa	4	30	120.00
Filtro Notch Tercer Orden	8	30	240.00
Acondicionador de Señal	4	30	120.00
Adquisición y Transmisión de Señal	4	30	120.00
Programación assembler	15	30	450.00
Programación Visual Basic 6.0	15	30	450.00
SUBTOTAL			2010.00

Costo total del proyecto.

Detalle	Costo (soles)
Costos de materiales	935.00
Costos de diseño y programación	2010.0
TOTAL	2945

Se indica que no se considera el costo de:

- Computadora correspondiente al Servidor
- Computadora correspondiente al cliente.

Debido a que tanto el Centro de Salud como el Hospital Regional ya cuenta con dichos equipos.

ANEXOS

Los anexos se incluyen en el CD en el siguiente orden:

- Diseño de circuitos en Proteus V 7.9 sp1.
 - Buffer y Amplificador de Instrumentación
 - Filtro Pasabanda
 - Filtro Pasabajos
 - Filtro Pasa alto
 - Filtro Notch de una sola etapa
 - Filtro Notch de Tercer Orden
 - Acondicionador de la Señal
 - Esquema final del circuito de adquisición y transmisión de señal.
 - Diagrama General
- Programa del microcontrolador 18F4550
- Programas de instalación de los HMI Cliente – Servidor
- Datasheet del microcontralador 18F550
- Estudio de Seguridad