

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PUNO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELIMINADOR DE LA
BACTERIA HELICOBACTER PYLORI POR MEDIO DE FRECUENCIAS
APLICADO A CULTIVOS DE CEPAS”

TESIS PRESENTADA POR:

EDGAR STEVEN SOTO CHIRINÓS
ALCIDES CLEWER LUANCA COA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO

Mg. Ing. TEOBALDO RAEL BASURCO CHAMBILL

PRIMER MIEMBRO

M.Sc. Ing. IVÁN DELGADO HUAYTA

SEGUNDO MIEMBRO

M.Sc. Ing. GAYNO JOSE FLORES CHIPANA

DIRECTOR

M.Sc. Ing. DAVID SALINAS MENDOZA

ÁREA: Electrónica general

TEMA: Procesamiento digital de señales

PUNO - PERÚ

2014

DEDICATORIA

A mis Hermosos Padres Edgar Soto y
Etelvina Chirinos, mis Amados
Hermanos Heiddy, Aaron y Jean
Pierre y mi Adorada Tía Nelva
Chirinos por su incondicional amor,
sus sabios consejos y llenar mi vida
de Fe, Amor y Confianza.

Steven

A mi querida madre Martina Coa, que
a pesar este en el cielo, su esfuerzo,
su cálido amor y una vida llena de
felicidad junto a ella me sigue
inspirando y enseñando a continuar
adelante en mi vida personal y
profesional.

Alcides

AGRADECIMIENTO

En especial **A Dios** por ponerme en el camino de mi hermosa familia, **A mis** Padres y **Hermanos** por su incondicional amor. **A mi Tía** por darme su confianza en esos momentos difíciles. **A mi Amor** por su apoyo y comprensión. **A mis Amigos** por su gran aliento y en especial a mi gran amigo **Alcides** por mostrarme el valor de la amistad, y porque gracias a su voluntad y entrega logramos sacar adelante nuestra investigación.

Steven.

A Dios por darme la familia que tengo y presentarme a grandiosos amigos. **A mí querida Madre** que me dio su apoyo incondicional y dedicación a mi formación profesional. **A mis hermanos** por el cariño, esfuerzo y confiar siempre en mí. **A mis Amigos** y sobre todo a mi amigo **Steven** alias **Koyi** por su apoyo incondicional, esfuerzo y dedicación sin él no hubiese sido posible culminar con esta investigación.

Alcides

A la Doctora Roxana Torres Camacho por ser nuestra guía en la investigación y al Doctor Oscar David Oros Butrón por su apoyo y enseñarnos la perseverancia; Al Director del Laboratorio de Microbiología del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón Dr. Francisco Armando Lajo Soto por apoyarnos y permitirnos realizar nuestra investigación en el laboratorio, a la jefa del área de Microbiología la Doctora Nira Huanca Yapo por su colaboración

Al Ing. David Salinas, que desde un principio nos guio a realizar esta investigación, así mismo a los Ing. Teobaldo Basurco, Ing. Iván Delgado y el Ing. Gavino Flores por su apoyo y observaciones sea un trabajo de mejor calidad.

Steven y Alcides

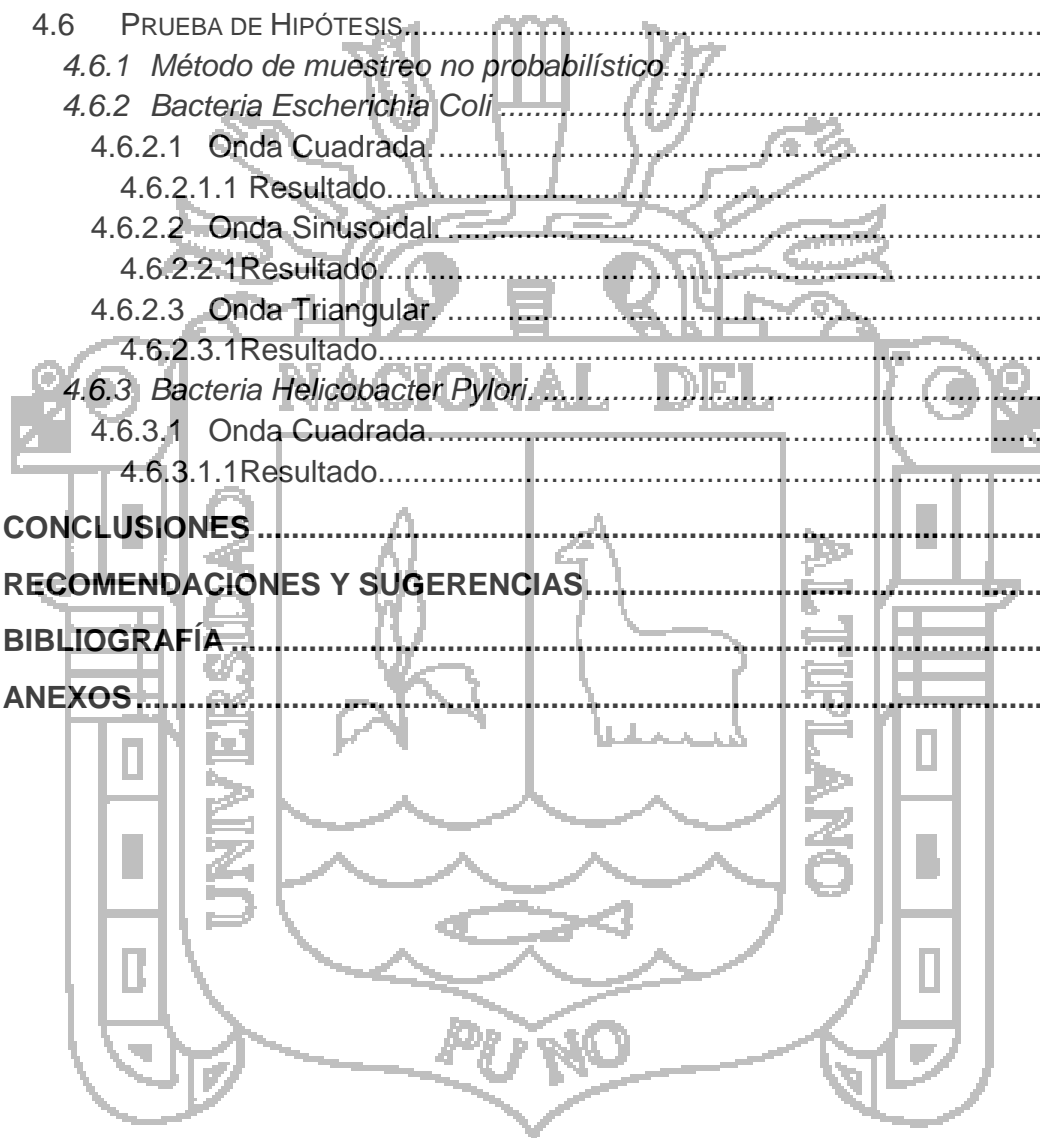
ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	13
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	23
1.4 OBJETIVOS.....	24
1.4.1 <i>Objetivos General</i>	24
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.2 SUSTENTO TEÓRICO.....	29
2.2.1 <i>Ley De Coulomb</i>	29
2.2.2 <i>Campo Eléctrico</i>	32
2.2.3 <i>Capacitancia</i>	35
2.2.3.1 <i>Cálculo De La Capacitancia: Capacitores Con Vacío</i>	36
2.2.4 <i>Campos Magnéticos</i>	38
2.2.4.1 <i>Fuerza Del Campo Magnético</i>	38
2.2.4.2 <i>Ley De Biot – Savart</i>	39
2.2.4.3 <i>Campo Magnético De Un Solenoide</i>	40
2.2.5 <i>Espectro Electromagnético</i>	41
2.2.6 <i>Oscilaciones</i>	42
2.2.6.1 <i>Amplitud (A)</i>	45
2.2.6.2 <i>Periodo (T)</i>	45
2.2.6.3 <i>Frecuencia (f)</i>	45
2.2.6.4 <i>Frecuencia Angular (ω)</i>	46
2.2.6.5 <i>Movimiento Armónico Simpe (MAS)</i>	46
2.2.6.6 <i>Oscilaciones Amortiguadas</i>	50
2.2.6.6.1 <i>Movimiento Sub-Amortiguado</i>	51
2.2.6.6.2 <i>Movimiento Sobre-Amortiguado</i>	51
2.2.6.7 <i>Oscilaciones Forzadas (Resonancia)</i>	51

2.2.7	<i>Tipos De Ondas.</i>	52
2.2.7.1	Onda Cuadrada.	52
2.2.7.2	Onda Sinusoidal.	53
2.2.7.3	Onda Triangular	54
2.2.8	<i>Microbiología.</i>	55
2.2.9	<i>Bacterias.</i>	56
2.2.9.1	Clasificación Por Su Pared Celular.	56
2.2.9.1.1	Pared Celular.	56
2.2.10	<i>Helicobacter Pylori.</i>	58
2.2.10.1	Fisiología y Estructura Del Helicobacter Pylori	59
2.2.10.2	Epidemiología Del Helicobacter Pylori.	59
2.2.10.3	Prueba De La Ureasa	61
2.2.11	<i>Escherichia Coli.</i>	61
2.2.11.1	Escherichia Coli Entero Patogénica (ECEP).	62
2.2.11.2	Escherichia Coli Enterotoxigénica (ECET)	63
2.2.11.3	Escherichia Coli Entero Invasiva (ECEI)	63
2.2.11.4	Escherichia Coli Entero Hemorrágica O Verotoxigénica (ECEH) ..	63
2.2.11.5	Escherichia Coli Entero Agregativa O Entero Adherente (ECEA)..	64
2.2.11.6	Escherichia Coli De Adherencia Difusa (ECAD)	64
2.2.11.7	Patogenia.	65
2.2.11.8	Virulencia.	65
2.2.12	<i>Bio-Seguridad.</i>	65
2.2.13	<i>Cabina De Seguridad Biológica.</i>	66
2.2.14	<i>Desinfección.</i>	67
2.2.14.1	Desinfección De Alto Nivel:	67
2.2.14.2	Desinfección De Nivel Intermedio:	67
2.2.14.3	Desinfección De Bajo Nivel:	68
2.2.15	<i>Equipo De Protección Personal (EPP).</i>	68
2.2.15.1	Protección Corporal	68
2.2.15.2	Protección Tapaboca.	69
2.2.16	<i>Tapaboca:</i>	69
2.2.16.1	Protección De Las Manos	70
2.2.16.1.1	Guantes	70
2.2.17	<i>Esterilización.</i>	71
2.2.17.1	Esterilización por vapor.	71
2.2.17.2	Esterilización por calor seco.	71
2.2.17.3	Esterilización por inmersión en productos químicos.	72
2.2.18	<i>Medios de Cultivo.</i>	73
2.2.18.1	Agar.	74
2.2.18.2	Agar Columbia.	74
2.2.18.3	Agar MacConkey.	75
2.2.19	<i>Preparación De Medios De Cultivo</i>	76
2.3	<i>HIPÓTESIS.</i>	77
2.3.1	<i>Hipótesis General.</i>	77
2.3.2	<i>Hipótesis Específica</i>	78

2.3.3	<i>Hipótesis Estadística</i>	78
2.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	79
2.4.1	<i>Variable Dependiente</i>	80
2.4.2	<i>Variable Independiente</i>	80
2.5	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	80
CAPITULO III	81
MARCO METODOLOGICO	81
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	82
3.1.1	<i>Tipo Y Diseño De Investigación</i>	82
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	83
3.2.1	<i>Población</i>	83
3.2.2	<i>Muestra</i>	83
3.3	UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	83
3.3.1	<i>Ubicación Geográfica</i>	84
3.3.2	<i>Ubicación Política</i>	84
3.4	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	84
3.4.1	<i>Recursos Humanos</i>	84
3.4.2	<i>Recursos Materiales</i>	85
3.5	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	85
3.6	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	86
3.6.1	<i>Procesamiento De Datos</i>	86
3.6.1.1	<i>Análisis De Datos</i>	87
3.7	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	87
3.8	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	88
3.8.1	<i>Hipótesis Nula</i>	89
3.8.2	<i>Hipótesis Alternativa</i>	89
CAPITULO IV	91
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1	GENERALIDADES.....	92
4.2	SISTEMA GENERADOR DE SEÑALES CON VARIACIÓN DE FRECUENCIA.....	92
4.2.1	<i>Diseño del generador de señales</i>	92
4.3	MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS PARA EL CULTIVO DE CEPAS..	103
4.3.1	<i>Campos Eléctricos</i>	103
4.3.2	<i>Por medio de Campos Magnéticos</i>	108
4.4	MÉTODOS DE AISLAMIENTO Y CULTIVO DE LAS BACTERIAS HELICOBACTER PYLORI Y ESCHERICHIA COLI.....	111
4.4.1	<i>Aislamiento Microbiano</i>	111
4.4.2	<i>Aislamiento del Escherichia Coli</i>	112
4.4.2.1	<i>La preparación del medio de cultivo</i>	112
4.4.3	<i>Aislamiento del Helicobacter Pylori</i>	123
4.4.3.1	<i>La preparación del medio de cultivo</i>	123
4.4.3.2	<i>Oxidasa</i>	130

4.4.3.3	Catalasa	131
4.4.3.4	Ureasa.....	131
4.4.3.5	Coloración Gram Negativo	132
4.5	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	135
4.5.1	<i>Pruebas Cualitativas</i>	136
4.5.2	<i>Pruebas Microscópicas</i>	137
4.5.2.1	Datos con tiempo de 7 minutos.....	140
4.5.2.2	Datos con tiempo de 15 minutos.....	144
4.5.3	<i>Pruebas Cuantitativas</i>	148
4.6	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	149
4.6.1	<i>Método de muestreo no probabilístico</i>	149
4.6.2	<i>Bacteria Escherichia Coli</i>	149
4.6.2.1	Onda Cuadrada.....	149
4.6.2.1.1	Resultado.....	153
4.6.2.2	Onda Sinusoidal.....	154
4.6.2.2.1	Resultado.....	158
4.6.2.3	Onda Triangular.....	159
4.6.2.3.1	Resultado.....	162
4.6.3	<i>Bacteria Helicobacter Pylori</i>	163
4.6.3.1	Onda Cuadrada.....	163
4.6.3.1.1	Resultado.....	167
CONCLUSIONES		169
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS		170
BIBLIOGRAFÍA		171
ANEXOS		174



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Principales causas de muertes por Cáncer	20
Tabla N° 2: Bacterias Gram Positivas y Negativas.....	57
Tabla N° 3: Composición Agar Columbia	75
Tabla N° 4: Composición Agar MacConkey	76
Tabla N° 5: Matriz de Planificación de la Investigación Científica.	79
Tabla N° 6: Pruebas Paramétricas y no paramétricas.....	90
Tabla N° 7: Valores de R y C para el XR 2206.....	96
Tabla N° 8: Valores de Voltaje para el Campo Eléctrico	105
Tabla N° 9: Valores de la Corriente para el Campo Magnético	110
Tabla N° 10: Composición del Agar MacConkey.....	113
Tabla N° 11: Composición del Agar Columbia	124
Tabla N° 12: Prueba piloto cualitativa realizada en el Hospital Regional Manuel Núñez Butrón	136
Tabla N° 13: Datos de las tomas de muestra cualitativas microscópicas	139
Tabla N° 14: Muestras Cualitativas Microscópicas del tratamiento a 7 minutos ..	142
Tabla N° 15: Muestras Cualitativas Microscópicas del tratamiento a 15 minutos	146
Tabla N° 16: Datos de Onda Cuadrada en la Bacteria Escherichia Coli.....	150
Tabla N° 17: Prueba de normalidad para los datos de la Onda Cuadrada	151
Tabla N° 18: Estadísticos de muestras relacionadas para onda cuadrada.....	152
Tabla N° 19: Prueba de muestras relacionadas para onda cuadrada	152
Tabla N° 20: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada	154
Tabla N° 21: Datos de Onda Sinusoidal en la Bacteria Escherichia Coli.....	155
Tabla N° 22: Prueba de normalidad para los datos de la Onda Sinusoidal	156
Tabla N° 23: Estadísticos de muestras relacionadas para la onda sinusoidal	157
Tabla N° 24: Prueba de muestras relacionadas para la onda sinusoidal.....	157
Tabla N° 25: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada	158
Tabla N° 26 Datos de Onda Triangular en la Bacteria Escherichia Coli	159
Tabla N° 27 Prueba de Normalidad para los datos de la onda triangular	160
Tabla N° 28: Estadísticos de muestras relacionadas para la onda triangular	161
Tabla N° 29 Prueba de T student de muestras relacionadas para la onda triangular	161
Tabla N° 30: Resultados Estadísticos para la Onda Triangular.....	162
Tabla N° 31: Datos de Onda Cuadrada en la Bacteria Helicobacter Pylori	164
Tabla N° 32: Prueba de normalidad para Onda Cuadrada en el Helicobacter Pylori	165
Tabla N° 33: Estadísticos de muestras relacionadas de onda cuadrada para HP166	
Tabla N° 34 : Prueba de t student en las muestras relacionadas	166
Tabla N° 35: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ley del Coulomb	30
Figura N° 2: Cargar Puntuales	32
Figura N° 3: Arreglo de las placas del capacitor con vacío	35
Figura N° 4: Solenoide	41
Figura N° 5 Espectro Electromagnético	42
Figura N° 6: Resorte uniformemente helicoidal.....	44
Figura N° 7: Movimiento Armónico Simple.....	46
Figura N° 8: Propiedades del Movimiento Armónico Simple	48
Figura N° 9 Movimiento Amortiguado	50
Figura N° 10: Onda Cuadrada.....	53
Figura N° 11: Onda Sinusoidal.....	54
Figura N° 12: Onda Triangular.....	55
Figura N° 13: Bacteria.....	56
Figura N° 14: Helicobacter Pylori	59
Figura N° 15: Escherichia Coli	62
Figura N° 16: Cabina de Bioseguridad	67
Figura N° 17: Bata de Laboratorio.....	69
Figura N° 18: Tapaboca.....	70
Figura N° 19: Guantes	70
Figura N° 20: Autoclave	71
Figura N° 21: Horno de Esterilización	72
Figura N° 22: Amonio Cuaternario	72
Figura N° 23: Medio de Cultivo	73
Figura N° 24: Agar	74
Figura N° 25: Diagrama de bloques XR-2206.....	93
Figura N° 26: Diagrama general del generador de onda cuadrada y triangular	94
Figura N° 27: Diagrama eléctrico del generador de onda cuadrada y triangular	94
Figura N° 28: Circuito ejemplo de un conformador de ondas.....	97
Figura N° 29: Señal de salida de un conformador de ondas.....	98
Figura N° 30: Diagrama del generador de señales	99
Figura N° 31: Esquemático Generador de Funciones.....	100
Figura N° 32: Board Generador de Funciones.....	101
Figura N° 33: Pistas de la Placa del Generador de Funciones.....	102
Figura N° 34: Componentes en Placa del Generador de Funciones.....	102
Figura N° 35: Placas paralelas.....	104
Figura N° 36: Aplicación por medio de campo eléctrico.....	104
Figura N° 37: Voltaje entre las placas paralelas	105
Figura N° 38: Solenoide utilizado para nuestra investigación	108
Figura N° 39: Solenoide utilizado en la investigación.....	109
Figura N° 40: Agar MacConkey.....	112
Figura N° 41: Peso de 15g del agar MacConkey	113

Figura N° 42: 300ml de agua destilada con un PH de 7.0	114
Figura N° 43: Mezcla del agar con el agua destilada	114
Figura N° 44: Autoclave	115
Figura N° 45: Plaqueo del Medio de Cultivo	115
Figura N° 46: Medio de Cultivo Solidificado	116
Figura N° 47: Toma del inculo de la muestra de orina	116
Figura N° 48: Medio de Cultivo Inoculado.....	117
Figura N° 49: Placa con crecimiento de Escherichia Coli	117
Figura N° 50: Aislamiento de la Bacteria Escherichia Coli tomando solo una colonia.....	118
Figura N° 51: Escala de Macfarlán 0.5.....	119
Figura N° 52: Método de Disolución de 10^{-1} a 10^{-4}	119
Figura N° 53: Aplicación del método de disolución	120
Figura N° 54: Aplicación del método de disolución	120
Figura N° 55: Medios de Cultivos Inoculados	121
Figura N° 56: Disolución de 10^{-1} con 544 colonias	121
Figura N° 57: Disolución de 10^{-2} con 150 colonias	122
Figura N° 58: Disolución de 10^{-3} con 127 colonias	122
Figura N° 59: Disolución de 10^{-4} con 103 colonias	123
Figura N° 60: Agar Columbia junto a la sangre de caballo 100ml.....	124
Figura N° 61: Mezcla del agar con el agua destilada	125
Figura N° 62: Mezcla del agar con la sangre de caballo	126
Figura N° 63: Agregando el antimicrobiano	126
Figura N° 64 Autoclave	127
Figura N° 65: Plaqueo del Medio de Cultivo	127
Figura N° 66: Medio de Cultivo Solidificado	128
Figura N° 67: Instrumentos para realiza las tomas de Biopsia.....	128
Figura N° 68: Medio en la campana de anaerobiosis con la vela y la bolsa con agua destilada y alka seltzer	129
Figura N° 69: Colocando la campana en la incubadora	129
Figura N° 70 Tira de Prueba para Oxidasa	130
Figura N° 71: Prueba de Catalasa Positiva.....	131
Figura N° 72: Prueba de Ureasa Positiva y Negativa.....	132
Figura N° 73: Coloración de una bacteria Gram Negativa	132
Figura N° 74: Escala de Macfarlán 0.5.....	133
Figura N° 75: Método de Disolución de 10^{-1} a 10^{-3}	134
Figura N° 76: Aplicación del método de disolución	134
Figura N° 77: Siembra en el medio de cultivo	134
Figura N° 78: Medios de Cultivos Inoculados	135
Figura N° 79: Prueba Cualitativa Escherichia Coli	137
Figura N° 80: Suero fisiológico en el porta objetos.	138
Figura N° 81: Disolviendo la bacteria en el suero fisiológico del porta objetos	140

Figura N° 82: Observando la movilidad del Escherichia Coli	141
Figura N° 83: Aplicación del generador de funciones a un tiempo de 7 min ..	143
Figura N° 84: Verificación de los resultados	144
Figura N° 85: Observando la movilidad del Escherichia Coli	145
Figura N° 86: Aplicación del generador de funciones a un tiempo de 15 min	147
Figura N° 87: Verificación de los resultados	148
Figura N° 88: Método de disolución	148



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Constancia Toma De Muestras	175
Anexo B: Constancia Trabajo En Laboratorio De Microbiología	176
Anexo C: Constancia De Eliminación Helicobacter Pylori.....	177
Anexo D: Constancia Del Aislamiento Y Eliminación De La Bacteria Escherichia Coli.....	178
Anexo E: Calibración del Generador de Señales	179
Anexo F Preparación del Cultivo y Aislamiento de la Bacteria.....	180
Anexo G: Método de Disolución Para Cultivo y Aplicación de Frecuencias...	181
Anexo H: Conteo de Colonias del Helicobacter Pylori y Escherichia Coli e Instrumentos de Contar Colonias.....	182
Anexo I: Datasheet XR-2206.....	183
Anexo J: Prueba De Hipótesis En La Bacteria Escherichia Coli	195



RESUMEN

El presente trabajo de investigación realiza el análisis y evaluación de las frecuencias sobre las bacterias *Helicobacter Pylori* y *Escherichia Coli*, empleando instrumentación electrónica. Para obtener las frecuencias y las formas de ondas necesarias (Sinusoidal, Cuadrada y Triangular), se empleó el uso de un dispositivo de alta calidad, estabilidad y precisión, el cual fue calibrado en el Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano, con los instrumentos adecuados (osciloscopio, fuentes de alimentación). Para la aplicación de las frecuencias en los cultivos de las bacterias, se utilizó los principios de campos eléctricos y campos electromagnéticos, utilizando primeramente dos placas para la creación de los campos eléctricos y un solenoide para la aplicación del campo electromagnético. Para la cuantificación de las bacterias se utilizaron métodos comprobados e instrumentos de los laboratorios de microbiología, para el cultivo y aislamiento se utilizó los materiales necesarios y los conceptos de Bio – Seguridad para evitar cualquier tipo de contagio.

Palabras Claves: Frecuencia, *Helicobacter Pylori*, *Escherichia Coli*, Campo Eléctrico, Campo Magnético, Cultivo, Resonancia

ABSTRACT

This research performs the analysis and evaluation of the frequencies on bacteria *Helicobacter pylori* and *Escherichia Coli*, using electronic instrumentation. For the frequencies and forms of necessary wave (Sine, Square, Triangle), was employed using a high-quality, stability and accuracy, which was calibrated in the laboratory of the Professional School of Electronic Engineering, University National del Altiplano Puno, with appropriate instruments (oscilloscope, power supplies). For application of the frequencies in the cultivation of bacteria, the principles of electric fields and electromagnetic fields, two plates primarily used for creating electric fields and a solenoid for applying the electromagnetic field was used. For quantification of bacteria proven methods and tools for microbiology laboratories for cultivation and isolation necessary materials and concepts of Bio Safety was used to prevent any kind of infection are used.

Keywords: Frequency, *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, Electric Field, Magnetic Field, Cultivation, Resonance.

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Helicobacter Pylori* es una de las principales causantes de las enfermedades gástricas llegando incluso al cáncer gástrico, dicha bacteria se encuentra en más del 80% de la población en los países en vías de desarrollo y en un porcentaje menor en los países desarrollados, esta estadística fue la que nos motivó a la elaboración de un dispositivo eliminador de la bacteria *Helicobacter Pylori*.

Conociendo la sensibilidad del cuerpo humano es que nuestra investigación se realizó en medios de cultivo, aislando primeramente la bacteria y posteriormente facilitando su desarrollo en un medio adecuado y enriquecido para el *Helicobacter Pylori*.

El dispositivo se realizó mediante un circuito integrado de alta calidad, estabilidad y precisión el mismo que fue desarrollado por la empresa EXAR, nuestro dispositivo genera funciones de onda Cuadrada, Sinusoidal y Triangular y logrando también que la frecuencia sea variable de 1Hz a 1 MHz.

La emisión de la frecuencia se realizó gracias a las teorías de campos eléctricos mediante placas paralelas y campos magnéticos mediante los solenoides.

El dispositivo tubo dos fases de calibración, la primera realizada en los laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la

Universidad Nacional del Altiplano con la instrumentación necesaria (Osciloscopio y Fuentes de Poder) y la segunda realizada en el Laboratorio de Microbiología del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón con la bacteria *Escherichia Coli*.

Posteriormente se hizo la recolección de los datos mediante la cuantificación de las bacterias esto se realizó gracias a el método de siembra por disolución y de los instrumentos adecuados (contadores de colonia), esta recolección se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

El presente trabajo de investigación contiene los siguientes aspectos:

En el primer capítulo se detalla el planteamiento del problema, justificación, los objetivos de la investigación y posteriormente se formula la hipótesis de la investigación que se quiere demostrar y se establece el escenario de investigación.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, se constituyen los antecedentes considerados en el trabajo de investigación, el marco conceptual comprende todo lo relacionado con los términos utilizados en la investigación, describiéndose sintéticamente algunos de los principales conceptos.

En el tercer capítulo se detalla los métodos e instrumentos que se utilizó en la investigación; también se determina el tipo de investigación cuantitativa con

diseño experimental; sistema de variables, material experimental, métodos de recopilación de datos, método de tratamiento de datos y metodología de desarrollo.

En el cuarto capítulo, denominado resultados y discusión, está constituido por la prueba de hipótesis.

Finalmente se realizó la prueba estadística con los datos recolectados, el análisis de los datos se logró gracias al programa SPSS.





1.1 Descripción Del Problema

La Ingeniería Biomédica es la disciplina que aplica los principios y métodos de la ingeniería a la comprensión, definición y resolución de problemas en biología y medicina. Es una actividad interdisciplinaria y multiprofesional, que contribuye tanto al desarrollo científico, económico y social, como al bienestar en general.

Este campo de la ingeniería se dedica al diseño y desarrollo de equipos, prótesis, dispositivos médicos, de diagnóstico y de terapia. También interviene en la gestión de los recursos técnicos ligados a un sistema de hospitales.

En Latinoamérica y en particular en el Perú, existe un evidente retraso en este campo, que obedece a varios aspectos; de un lado la situación económica que limita la inversión en programas de tecnología de punta, y de otro lado, la falta de investigación, desarrollo e implementación de sistemas biomédicos.

Es por eso que reviste gran importancia la investigación en las diversas áreas de la medicina tales como la gastroenterología, en vista de que el cáncer gástrico constituye una de las principales causas de muerte por cáncer en diferentes países, incluyendo al Perú.

Tabla N° 1: Principales causas de muertes por Cáncer

Nº	Causas	Estimado de Defunciones
1	Cáncer Pulmonar	1,590,000
2	Cáncer Hepático	745,000
3	Cáncer Gástrico	723,000
4	Cáncer Colórectal	694,000
5	Cáncer Mamario	521,000
6	Cáncer de Esófago	400,000

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2012)

La infección por *Helicobacter pylori* es una causa principal de cáncer gástrico (de estómago), específicamente cáncer gástrico no del cardias (cáncer en todas las regiones del estómago, excepto en la parte superior cerca de donde se une al esófago). La infección por *Helicobacter pylori* causa también linfoma gástrico de tejido linfoide relacionado con la mucosa (Cancer, 2013).

Así mismo el *Helicobacter pylori* (Hp) se encuentra en la mitad de la población mundial. Su preponderancia muestra una alta variabilidad según la región geográfica, etnia, raza, edad, y factores socioeconómicos – es alta en países en desarrollo y más baja en el mundo desarrollado. En general, sin embargo, en los últimos años se ha visto una tendencia decreciente en la prevalencia de *Helicobacter pylori* en muchas partes del mundo (Gastroenterología, 2010, pág. 4).

Un estudio, realizado en el Perú por el grupo de fisiología gastrointestinal de Cayetano Heredia y Johns Hopkins reportan una prevalencia global del 80% siendo la infección en varones 10% mayor que en mujeres, hallazgo que se repetía en las tres regiones naturales de nuestro país.

En el siglo XX el Dr. Royal Raymond Rife considerado una de las mentes científicas más grandes de dicho siglo, descubrió que todos los objetos tienen una natural frecuencia de resonancia. Cuando la frecuencia natural de cualquier objeto es emitido de otra fuente, como un altavoz, un instrumento o una voz, el objeto se identifica porque vibra en esa frecuencia. Si la frecuencia de sonido entra en resonancia con un objeto o cualquier sustancia sea inerte o bien viva, y esta aumenta su intensidad, entonces es posible que las vibraciones sean tan elevadas que las propiedades del objeto se saturan y no pueda absorberlas o manejarlas debido a su falta de capacidad de la propia estructura para resistir esa frecuencia y el objeto termine por descomponerse y posteriormente se rompa. Eso es lo que sucede cuando un cantante emite una nota con el mismo tono de frecuencia de resonancia de una copa de vino. El mismo sistema sucede cuando la frecuencia corresponde a la una bacteria.

1.2 Formulación Del Problema

A nivel mundial, se ha establecido que en los países desarrollados el 50% de los pacientes con síntomas del tracto gastrointestinal superior son portadores de esta bacteria y un 80% en los países en vías de desarrollo.

Igualmente en países desarrollados las tasas de infección en niños son bajas a diferencia de las tasas observadas en niños de países en vías de desarrollo.

En el departamento de Puno el tratamiento para la eliminación del *Helicobacter Pylori* se realiza mediante una terapia triple de antibióticos (omeprazol, claritromicina, amoxicilina), los cuales causan diversas reacciones en el organismo, así mismo dicha bacteria puede desarrollar una resistencia a los antibióticos. En nuestra región el uso de tecnología en el área de salud es poco frecuente ya que no cuentan con la implementación de los equipos necesarios.

Lo cual nos motivó a desarrollar, una herramienta capaz de optimizar la eliminación de la bacteria *Helicobacter Pylori* y lograr mejorar la salud de los pacientes, empleando técnicas sobre frecuencia. Resolviendo las siguientes inquietudes.

¿Fue posible eliminar las cepas de la bacteria *Helicobacter pylori*, principal causante de enfermedades gastro-intestinales, por medio de inserción de frecuencias?

¿Cuál fue la forma de onda con la cual se tiene una mejor eliminación de la bacteria *Helicobacter Pylori*?

¿Cuál fue el rango en el que se encontró la frecuencia de resonancia de la bacteria *Helicobacter pylori*?

1.3 Justificación.

En nuestro país la elevada prevalencia de virus, bacterias y de otros microorganismos infecciosos, que afectan al cuidado de la salud de la población con el efecto de ocasionar enfermedades curables e incurables es uno de los problemas de mayor trascendencia en nuestro país.

La bacteria *Helicobacter Pylori* está presente en una gran escala de la población que infecta la mucosa gástrica de los seres humanos y se ha relacionado con el desarrollo de diferentes patologías desde gastritis hasta cáncer gástrico; el mismo que merece ser investigado para determinar una nueva alternativa técnica de tratamiento y prevención de dicha bacteria.

En el departamento de Puno en los hospitales del Minsa y Essalud, para determinar el diagnóstico se ejecuta a través de los exámenes de endoscopia y biopsia los cuales resultan dolorosos e incómodos para los pacientes, así mismo el tratamiento de elección para la eliminación del *Helicobacter Pylori* se realiza mediante una terapia triple de antibióticos (omeprazol, claritromicina, amoxicilina), los cuales causan diversas reacciones en el organismo del paciente, por otro lado dicha bacteria puede desarrollar una resistencia a los antibióticos. En nuestra región el uso de tecnología en el área de salud es poco frecuente; ya que no cuentan con la implementación de los equipos necesarios, Por lo consiguiente se determina realizar un prototipo eliminador de esta bacteria por medio de inserción de frecuencias y dar paso como alternativa de solución tecnológica.

1.4 Objetivos.

Nos Planteamos los siguientes Objetivos:

1.4.1 Objetivos General.

Elaborar un Prototipo para la eliminación de la bacteria Helicobacter – Pylori por medio de frecuencias aplicado a cepas.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Determinar la frecuencia resonante de la Bacteria de Helicobacter – Pylori.
- Diseñar un generador de frecuencias, para encontrar la forma de onda adecuada para la mejor eliminación de la bacteria Helicobacter Pylori.



2.1 Antecedentes De La Investigación

En un artículo de electro medicina de la terapeuta holística Mónica Gómez menciona que “El conocido ingeniero electrónico de origen ruso Georges Lakhovsky inventó en 1935 un oscilador de onda múltiple con el que eliminó numerosas patologías en humanos, animales e incluso plantas. En los años 60 el físico Robert Beck retomó el trabajo de Lakhovsky, que culminó con la creación de un pequeño dispositivo que emitía micro corriente. Según Beck, el rango de frecuencias de múltiples longitudes de onda de su dispositivo permite que cada célula encuentre su única frecuencia resonante, y se regenere al absorber energía de la longitud de onda que le es propia (Gomez, 2007).”

Según Eilon D. Kirson. En su estudio de INTERRUPCIÓN DE LA REPLICACIÓN DE CÉLULAS CANCEROSAS POR LA ACCIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS ALTERNOS, perteneciente al Departamento de Ingeniería biomédica, NovoCure Ud., Haifa, Israel nos dice que “Campos eléctricos alternos de baja intensidad y frecuencia intermedia (100-300 kHz) suministrados mediante electrodos aislados tienen un profundo efecto inhibitor sobre la tasa de crecimiento de diversas líneas de células tumorales en seres humanos y en roedores y de tumores malignos en animales” (D.Kirson, 2004).

También se han realizado estudios en los que encuentran que los microorganismos son sensibles a los CEM, por ejemplo, Ramón y Cols (1987) expusieron a CEM de 800-1,000 Hz con intensidades entre 0.8 y 2.5 mT a *Bacillus subtilis* mutante FJ7, para evaluar el efecto en el crecimiento,

encontrando un aumento en el número de células comparado con el grupo control de referencia, además de modificarse la morfología de dicho bacilo, por lo cual, concluyeron que el campo magnético puede alterar el crecimiento del microorganismo (Martin, 1987).

Por otro lado Tabrah y Cols (1994) expusieron a *Salmonella typhimurium* a un CEM sinusoidal de 0.2 mT en conjunto con el mutágeno azida de sodio por 48 horas donde encontraron un incremento en la tasa de mutación del orden del 14% en comparación con el grupo control (Kaneko, 1987).

Más recientemente se ha investigado el efecto de los CEM sobre la inactivación del crecimiento sobre el género *Saccharomyces* que están presentes en yogur y jugo de naranja. Al exponer el yogur a una intensidad de 40T (Tesla), se encontró una disminución apreciable en el número de microorganismos en dichos productos. (Pothakamury y cols. 1993) (Pothakamury U.R, 1993).

En otros estudios se ha observado que el CEM de ultra alta frecuencia puede destruir varios microorganismos como *Saccharomycesce revisae*, *Nostoc muscorum* y *Euglena gracilis* (Antonov y cols.1997) (Antonov, 1997).

En un trabajo Alipov y cols. (1994) aplicaron CEM de 30 uT con frecuencia de 7-12 Hz en *Escherichia Coli* cepa K12AB1157 y demostraron que se afecta la conformación del genoma, división celular, síntesis de DNA y proteínas (Alipov, 1994).

Por otro lado, existen estudios acerca de los efectos de los campos electromagnéticos sobre protozoarios. Ripamonti y Cols (1981) expusieron a *Spirotomum ambiguuma* un campo magnético homogéneo estático de 12,500 mT, para evaluar el efecto sobre la sobre vivencia del protozoario previamente expuesto al agente tóxico 2,2 dipiridil disulfuro (Ripamonti, 1981).

Ellos encontraron que los protozoarios tratados con el campo magnético se disminuían significativamente su sobrevivencia, además de que se alargaba el ciclo celular. Con lo cual concluyen que el campo magnético con las características utilizadas, altera la regulación de los iones de calcio a través de la membrana de este protozoario.

Dihel y cols. (1985) expusieron a *Paramecium* con un CEM pulsante de 72 Hz de frecuencia. Se observaron que dicho campo incrementa la división celular de *Paramecium* en un 8.5%. Se sugiere que los campos electromagnéticos afectan el transporte de iones calcio a través de la membrana celular (Dihel, 1985).

En un estudio realizado por Rosen y Rosen (1990) se determinó la influencia de un campo magnético estático moderadamente intenso sobre los patrones del movimiento libre de *Paramecium* sp. Cuando la exposición a los campos magnéticos fue de 126 mT estos protozoarios ciliados exhibieron una reducción significativa en cuanto a su velocidad, así como también una desorganización del patrón de movimiento. Ellos sugirieron que estos hallazgos

pueden ser explicados sobre las bases de la alteración de las funciones de los canales iónicos que se encuentran en la membrana celular (Rosen, 1990).

Hemmersbach y Cols. (1997) estudiaron el efecto de los campos electromagnéticos de 0.5 - 2.0 mT de 50Hz sobre *Paramecium biaurelia*, *Loxodes striatus* y *Tetrahymena thermophila*. Encontraron que se afectaba la velocidad de nado y una disminución en la dirección lineal en las células nativas. Sin embargo cuando se manejaba la mutante de *Paramecium tetraurelia* (se caracteriza por ser defectuoso a en los canales de calcio), no se observaba cambio en movimiento del mismo (Hemmersbach, 1997).

Estos resultados indican un efecto directo de los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia sobre los mecanismos de transporte de iones en la membrana celular que controlan la actividad motil del ciliado.

2.2 Sustento Teórico

2.2.1 Ley De Coulomb.

En 1785, Charles A. Coulomb (1736-1806) estableció la ley fundamental de la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas estacionarias q_1 y q_2 , que se encuentran separadas por una distancia d . Experimentalmente, mediante una balanza de torsión que para tal fin construyó, comprobó que el valor de la fuerza eléctrica se obtiene de

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 1$$

Es decir "La fuerza de atracción o repulsión entre dos partículas cargadas es directamente proporcional al producto de ellas es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa".

La ley de Coulomb es válida solamente para cuerpos cargados cuyos tamaños sean mucho menores que la distancia entre ellos, a menudo se dice que es válida solamente para "cargas puntuales", esta idealización es una aproximación muy precisa en múltiples situaciones. Por otra parte el exponente de la distancia no es exactamente 2 pero varía entre 2 ± 10^{-9} , por lo cual se puede aceptar dicho exponente.



Figura N° 1: Ley del Coulomb

Fuente. (Burbano, 2010)

La ecuación (1) solo nos proporciona el módulo de la fuerza eléctrica, ya que se trata de una magnitud vectorial. Así, por ejemplo (Fig 1), la fuerza

eléctrica F_2 que aparece en la carga q_2 debida a la repulsión producida por la carga q_1 , se expresará como

$$F_2 = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \mathbf{u}_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3} \mathbf{r}_{12} = K q_1 q_2 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 2}$$

En donde se observa que la fuerza va dirigida según la línea que une las dos cargas (fuerza central), estando su sentido determinado por el signo del producto $q_1 q_2$, por lo que q_1 y q_2 tienen que llevar en la ecuación (2) el signo correspondiente a la carga que representan. Lógicamente, $F_2 = -F_1$ como expresa la tercera ley de Newton.

La constante eléctrica o de Coulomb K de la ecuación (2) tiene un valor que depende de la elección del sistema de unidades utilizado para medir fuerzas, cargas y distancias y del medio en donde se encuentren las cargas. En base a la experimentación se sabe que en el vacío (y aproximadamente en el aire), en el SI

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 3}$$

Siendo C = culombio, la unidad de carga eléctrica que se definirá más adelante, aunque aquí se puede decir que el culombio es la carga, que colocada a un metro de otra igual en el vacío, la repele con una fuerza de $8.9874 \cdot 10^9 \text{ N} \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N}$.

La constante K también se puede expresar como:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \dots\dots\dots Ecuación N° 4$$

Siendo ϵ_0 la permitividad del vacío (aire) o constante dieléctrica del vacío ($\approx 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$). Si las cargas no se encuentran en el vacío

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon} = \frac{1}{4\pi\epsilon'\epsilon_0} \dots\dots\dots Ecuación N° 5$$

En donde ϵ es la permitividad absoluta y ϵ' la permitividad relativa del medio (número que se compara con el vacío).

2.2.2 Campo Eléctrico.

Supóngase una carga puntual q_1 inmóvil en el espacio. Si en diferentes puntos del espacio se va situando otra carga q_2 se comprueba que, en esta nueva carga, aparecen fuerzas cuyo valor depende de los puntos en los cuales se ha ido colocando, indicándonos esto que alrededor de q_1 se ha establecido un campo de fuerzas (Fig 2).

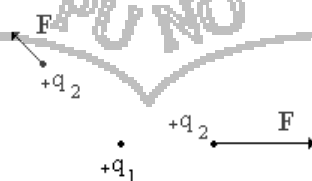


Figura N° 2: Cargar Puntuales

Fuente. (Burbano, 2010)

Lo anterior nos permite definir el campo eléctrico como el espacio dentro del cual la carga que crea el campo es capaz de actuar sobre otra cualquiera. De esta definición se deduce que toda carga altera las propiedades del espacio que la rodea y el campo eléctrico constituye la causa física de las fuerzas eléctricas. Se puede apreciar pues, que la carga q_1 produce un campo eléctrico en el espacio que la rodea.

Se puede también imaginar que q_2 produce un campo y que este actúa sobre q_1 produciendo una fuerza $-F$ sobre él. La situación es simétrica a la anterior.

El hecho de que la fuerza eléctrica realizada por la carga q_1 , creadora del campo, sobre q_2 dependa del punto, nos indica que dicha acción es una magnitud de posición, es decir, una magnitud vectorial que depende del punto (x, y, z) en el cual se estudia el campo eléctrico.

Para determinar la intensidad con la que actúa un campo en un punto, se coloca la unidad positiva de carga conocida por *carga de prueba* q_0 en el punto en el que se desea calcular el valor de esta magnitud. Al situar la carga de prueba, la carga q que crea el campo eléctrico, ejercerá sobre ella una fuerza eléctrica. Esto nos permite definir la magnitud física intensidad de campo eléctrico $E(x,y,z)$ en un punto como: "*la fuerza con que la carga que crea el campo es capaz de atraer o repeler a la unidad de carga positiva, colocada en el punto en el cual se quiere medir la acción*". Matemáticamente se expresa

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 6}$$

En donde, teniendo en cuenta la ecuación (2)

$$\mathbf{E} = \frac{K \frac{qq_0}{r^2} \mathbf{u}_r}{q_0} = K \frac{q}{r^2} \mathbf{u}_r \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 7}$$

Evidentemente se observa que las unidades de intensidad de campo eléctrico son $\frac{N}{C}$, más adelante se podrá observar que también se puede expresar como $\frac{V}{m}$. Y sus dimensiones

$$[E] = MLT^{-3}I^{-1} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 8}$$

La dirección del vector intensidad de campo eléctrico o más usualmente campo eléctrico y de la fuerza eléctrica es la misma y el sentido del campo eléctrico es el mismo que el de la fuerza si la carga sobre la que actúa es positiva y contrario si es negativa.

Hay que señalar que en la definición de la ecuación (3) se admite que el hecho de situar q_0 en P no altera la distribución de carga que da origen al campo eléctrico E.

2.2.3 Capacitancia

El capacitor es un dispositivo que almacena energía en un campo electrostático, está constituido por dos conductores aislados uno de otro, que poseen cargas iguales pero opuestas (Tipler, 1993, pág. 129).

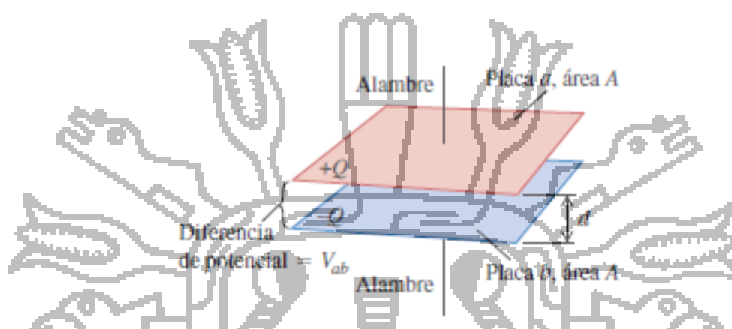


Figura N° 3: Arreglo de las placas del capacitor con vacío

Fuentes. (Hugh d. Young, 2009)

El campo eléctrico en cualquier punto de la región entre los conductores es proporcional a la magnitud Q de carga en cada conductor. Por lo tanto, la diferencia de potencial V_{ab} entre los conductores también es proporcional a Q . Si se duplica la magnitud de la carga en cada conductor, también se duplican la densidad de carga en cada conductor y el campo eléctrico en cada punto, al igual que la diferencia de potencial entre los conductores; sin embargo, la razón entre la carga y la diferencia de potencial no cambia. Esta razón se llama capacitancia C del capacitor (Hugh d. Young, 2009, pág. 816).

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 9}$$

La unidad del Sistema Internacional para la capacitancia es el faradio (1F), en honor del físico inglés del siglo XIX, Michael Faraday. De acuerdo con la ecuación (9), un faradio es igual a un *coulomb por volt* (1 C/V).

2.2.3.1 Cálculo De La Capacitancia: Capacitores Con Vacío.

Es posible calcular la capacitancia C de un capacitor dado encontrando la diferencia de potencial V_{ab} entre los conductores para una magnitud de carga Q y aplicando la ecuación (9). Por ahora sólo se considerarán *capacitores con vacío*; es decir, se supondrá que los conductores que constituyen el capacitor están separados por un espacio vacío.

La forma más sencilla de un capacitor consiste en dos placas conductoras paralelas, cada una con área A , separadas por una distancia d que es pequeña en comparación con sus dimensiones (figura 3). Cuando las placas tienen carga, el campo eléctrico está localizado casi por completo en la región entre las placas. El campo entre esas placas es esencialmente *uniforme*, y las cargas en las placas se distribuyen de manera uniforme en sus superficies opuestas. Este arreglo recibe el nombre de capacitor de placas paralelas.

Se vio que $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, donde σ es la magnitud (valor absoluto) de la densidad superficial de carga en cada placa. Esto es igual a la magnitud de la carga total Q en cada placa dividida entre el área A de la placa, o bien, $\sigma = \frac{Q}{A}$ por lo que la magnitud del campo E se expresa como:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 10}$$

El campo es uniforme y la distancia entre las placas es d , por lo que la diferencia de potencial (voltaje) entre las dos placas es:

$$V_{ab} = Ed = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Qd}{A} \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 11}$$

A partir de esto se observa que la capacitancia C de un capacitor de placas paralelas con vacío es:

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 12}$$

La capacitancia sólo depende de la geometría del capacitor; es directamente proporcional al área A de cada placa e inversamente proporcional a su separación d . Las cantidades A y d son constantes para un capacitor dado, y ϵ_0 es una constante universal. Así, con vacío la capacitancia C es una constante independiente de la carga en el capacitor o de la diferencia de potencial entre las placas. Si una de las placas del capacitor es flexible, la capacitancia C cambia conforme cambia la separación d de las placas.

En la ecuación (12), si A se expresa en metros cuadrados y d en metros, C está en faradios. Las unidades de ϵ_0 son $C^2/N * m^2$ por lo que se observa que:

$$1F = 1C^2/N * m = 1C^2/J$$

Como $1V = 1J/C$ (energía por unidad de carga), esto es congruente con la definición $1F = 1C/V$. Por último, las unidades de ϵ_0 se expresan como $1C^2/N * m^2 = 1F/m$ por lo que:

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$$

2.2.4 Campos Magnéticos.

La naturaleza fundamental del magnetismo es la interacción de las cargas eléctricas en movimiento. A diferencia de las fuerzas eléctricas, que actúan sobre las cargas eléctricas estén en movimiento o no, las fuerzas magnéticas sólo actúan sobre cargas que se mueven (Hugh d. Young, 2009).

2.2.4.1 Fuerza Del Campo Magnético

Experimentalmente se demuestra que cuando una carga q posee la velocidad v dentro de un campo magnético, aparece una fuerza que depende de q y de la magnitud y dirección de la velocidad. Supongamos que conocemos la dirección del campo magnético B en un punto del espacio, realizando experimentos con distintas cargas que se mueven en distintas velocidades en tal punto, se obtiene los siguientes resultados para la fuerza magnética.

- La fuerza es proporcional a la carga q .
- La fuerza es proporcional al módulo de la velocidad v

- La fuerza es perpendicular a ambos, el campo magnético y la velocidad.

Estos resultados experimentales podemos resumirlos del siguiente modo. Cuando una carga q se mueve con una velocidad v en un campo magnético B , la fuerza magnética F será (Tipler, 1993):

$$F = qv \times B \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 13$$

Consideremos ahora un segmento de alambre en forma arbitraria y de sección transversal uniforme en un campo magnético, se deduce que la fuerza magnética sobre un segmento muy pequeño ds en presencia de un campo magnético B es la siguiente.

$$dF = Ids \times B \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 14$$

2.2.4.2 Ley De Biot – Savart

La inducción magnética producida por un elemento de corriente estacionaria en un punto del espacio, es un vector perpendicular al plano determinado por el elemento de corriente y el punto. Podemos obtener el campo magnético dB producido por un elemento de corriente Idl la ecuación siguiente será (Burbano, 2010, pág. 470):

$$dB = \frac{\mu_0 Idl X \hat{r}}{4\pi r^2} \dots\dots\dots Ecuación N° 15$$

2.2.4.3 Campo Magnético De Un Solenoide.

El solenoide es un alambre largo devanado en una hélice fuertemente apretada y conductor de una corriente *i*. la hélice es muy larga a comparación a su diámetro (Resnick, 1999, pág. 197).

El solenoide se usa para producir un campo magnético intenso y uniforme en la región rodeada por sus espiras. Tiene un papel en magnetismo análogo al que asume el condensador de placas paralelas con objeto de proporcionar un campo electrostático uniforme e intenso entre sus placas (Tipler, 1993).

El campo magnético en un punto *x* sobre el eje causado por una espira en el origen que transporta una corriente *nI dx* viene dado por la siguiente ecuación:

$$dB_x = \frac{\mu_0 2\pi nIR^2 dx}{4\pi (x^2+R^2)^{3/2}} \dots\dots\dots Ecuación N° 16$$

Integrando la ecuación anterior de *-a* hasta *b*, obtenemos el campo magnético en el solenoide

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 nI \left(\frac{b}{\sqrt{b^2+R^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2+R^2}} \right) \dots\dots\dots Ecuación N° 17$$

Para un solenoide largo, en el cual a y b son mucho mayores que R , los términos en el paréntesis tienden a 1. Con esta aproximación el campo magnético será:

$$B = \mu_0 n I \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 18$$

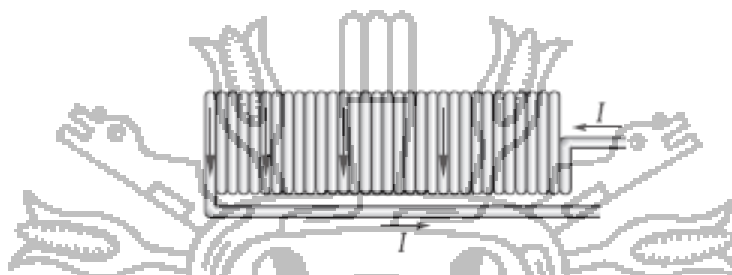


Figura N° 4: Solenoide

Fuente (Burbano, 2010)

2.2.5 Espectro Electromagnético

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio, si bien todas las ondas electromagnéticas son iguales por su naturaleza, los efectos que ocasionan no son siempre iguales, razón por la cual a cada grupo de ondas electromagnéticas que dan lugar a efectos similares se les ha asignado un nombre. La luz visible forma parte del espectro electromagnético, teniendo como límites el violeta de $4,100 \text{ \AA}$ (Angstrom) y el rojo de $7,000 \text{ \AA}$ (Angstrom)

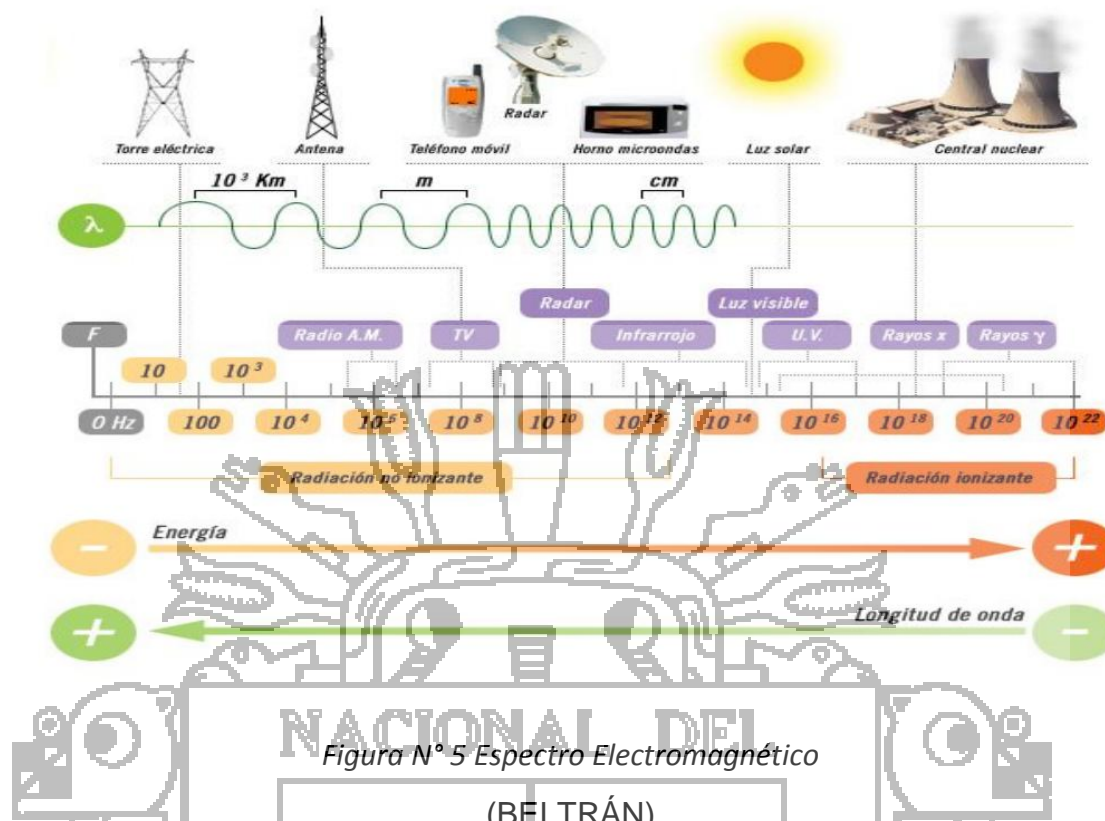


Figura N° 5 Espectro Electromagnético

(BELTRÁN)

2.2.6 Oscilaciones.

Uno de los movimientos más importantes observados en la naturaleza es el movimiento oscilatorio (o vibratorio). Una partícula oscila cuando se mueve periódicamente con respecto a su posición de equilibrio (Finn, 1991).

Muchos objetos vibran u oscilan, por ejemplo, un objeto en el extremo de un resorte, un diapasón, la rueda balancín de un reloj antiguo, un péndulo, una regla de plástico sostenida firmemente sobre el borde de una mesa y golpeada suavemente, las cuerdas de una guitarra o un piano. Las arañas detectan a sus presas gracias a las vibraciones en sus redes; los automóviles oscilan hacia arriba y hacia abajo cuando golpean un tope; los edificios y los puentes vibran cuando pasan camiones pesados o el viento es intenso. De hecho, debido a

que la mayoría de los sólidos son elásticos, vibran (por lo menos brevemente) cuando reciben un impulso. En los aparatos de radio y televisión ocurren oscilaciones eléctricas. Al nivel atómico, los átomos vibran dentro de una molécula, y los átomos de un sólido vibran con respecto a sus posiciones relativamente fijas. Debido a que es tan común en la vida diaria y ocurre en tantas áreas de la física, el movimiento oscilatorio es de gran importancia (Giancoli, 2008, pág. 369).

Cuando un objeto vibra u oscila, yendo y viniendo, sobre la misma trayectoria, cada oscilación toma la misma cantidad de tiempo y el movimiento es periódico. El ejemplo mayor usado para la explicación de las oscilaciones de movimiento periódico se representa mediante un objeto que oscila en el extremo de un resorte uniforme helicoidal, suponemos que la masa del resorte se puede despreciar y que el resorte está montado horizontalmente (figura 6a), de manera que el objeto de masa m se desliza sin fricción sobre la superficie horizontal. Todo resorte tiene una longitud natural a la cual la fuerza neta sobre la masa m es cero. La posición de la masa en este punto se llama posición de equilibrio.

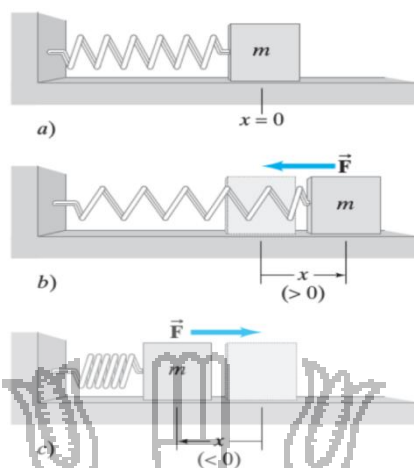


Figura N° 6: Resorte uniformemente helicoidal

Fuente. (Giancoli, 2008)

Si la masa se mueve ya sea hacia la izquierda, comprimiendo al resorte, o bien hacia la derecha, estirándolo, el resorte ejerce una fuerza sobre la masa que actúa en el sentido de regresar a la masa a la posición de equilibrio; por consiguiente, la fuerza se llama fuerza restauradora. Consideramos la situación común en la que suponemos que la fuerza restauradora F es directamente proporcional al desplazamiento x que el resorte se ha estirado (figura 6b) o comprimido (figura 6c) desde la posición de equilibrio.

Fuerza ejercida por el resorte (ley de Hooke):

$$F = -kx \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 19}$$

Note que la posición de equilibrio se eligió en $x=0$ y que el signo menos en la ecuación anterior indica que la fuerza restauradora tiene siempre sentido opuesto al desplazamiento x . Por ejemplo, si elegimos el sentido positivo hacia

la derecha (figura 6b), x es positiva cuando el resorte está estirado; sin embargo, el sentido de la fuerza restauradora es hacia la izquierda (sentido negativo). Si el resorte está comprimido, x es negativa (hacia la izquierda); pero la fuerza F actúa hacia la derecha (figura 6c).

2.2.6.1 Amplitud (A).

La amplitud del movimiento, es la magnitud máxima del desplazamiento con respecto al equilibrio; es decir, el valor máximo de $|x|$ y siempre es positiva (Young, 2009, pág. 419)

2.2.6.2 Periodo (T).

Es el tiempo necesario para un ciclo completo (una repetición completa del movimiento), la unidad del periodo en el Sistema Internacional es el segundo (Halliday, 2001, pág. 354).

2.2.6.3 Frecuencia (f).

Es el número de ciclos completos por segundo. La frecuencia se especifica generalmente en Hertz (Hz), donde $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo por segundo (s}^{-1}\text{)}$. A partir de tales definiciones, es fácil ver que la frecuencia y el periodo están inversamente relacionados (Giancoli, 2008, pág. 372).

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{y} \quad T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 20$$

2.2.6.4 Frecuencia Angular (ω).

La frecuencia angular (ω) es 2π veces la frecuencia, representa la rapidez de cambio en una cantidad angular, que siempre se mide en radianes, de modo que sus unidades son rad/s. Puesto que la frecuencia esta en ciclos/s podemos considerar que el numero 2π tiene unidades de rad/s (Young, 2009, pág. 421).

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 21$$

2.2.6.5 Movimiento Armónico Simpe (MAS).

El tipo de oscilación más sencillo sucede cuando la fuerza de restitución F_x es directamente proporcional al desplazamiento x con respecto al equilibrio. Esto ocurre si el resorte es ideal y obedece la ley de Hooke (Fig 7)

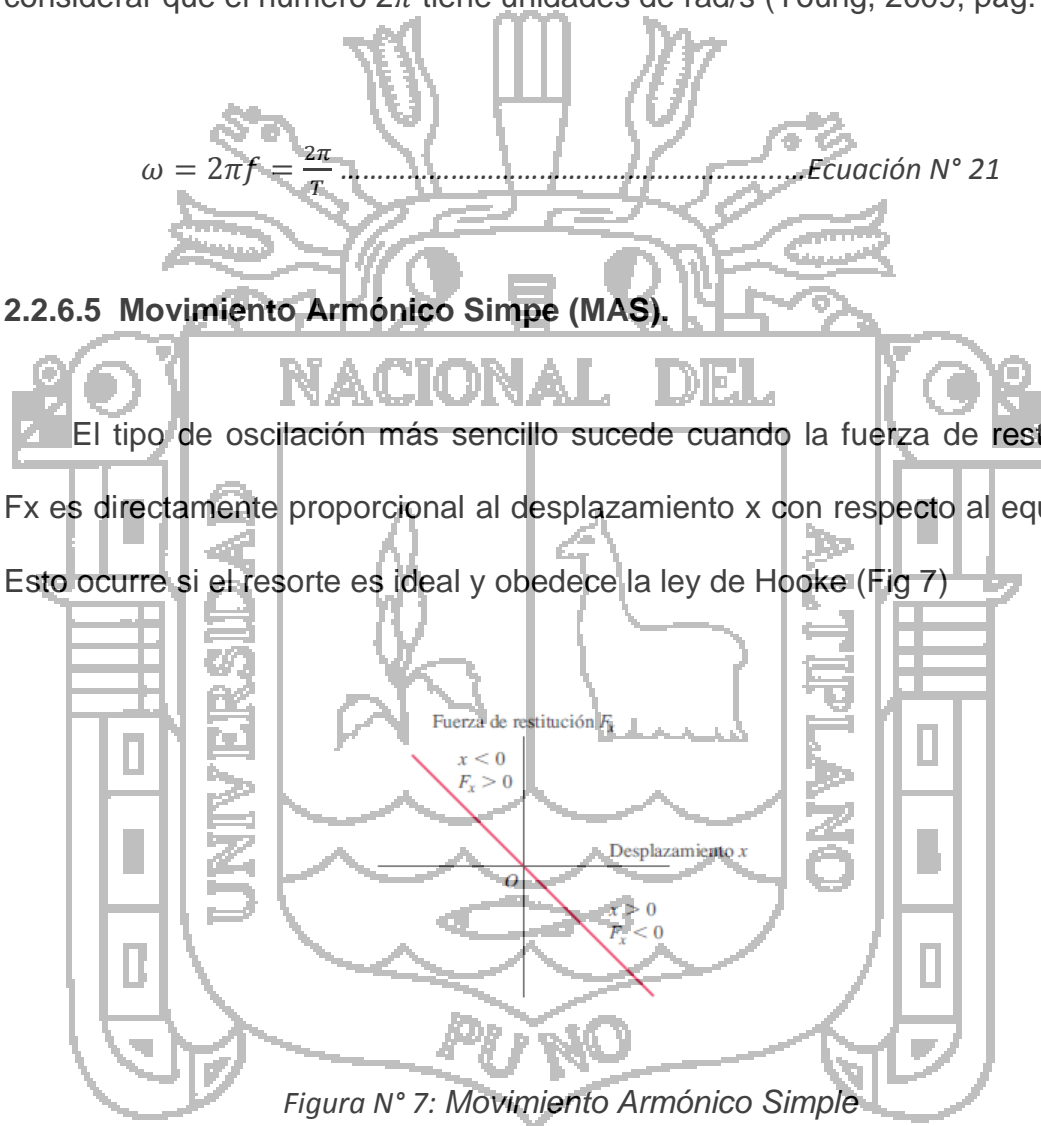


Figura N° 7: Movimiento Armónico Simple

Fuente. (Young, 2009)

En ambos lados de la posición de equilibrio, F_x y x siempre tienen signos opuestos, la componente x de la fuerza que el resorte ejerce sobre el cuerpo es

el negativo, la siguiente ecuación da la magnitud y el signo correcto de la fuerza, ya sea x positivo, negativo o cero, la constante de fuerza k siempre es positiva y tiene unidades de N/m, así que la componente x de la fuerza F_x sobre el cuerpo es:

$$F_x = -kx \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 22$$

Si la fuerza de restitución es directamente proporcional al desplazamiento con respecto al equilibrio, según la ecuación de Hooke, la oscilación se denomina movimiento armónico simple, que se abrevia MAS.

La aceleración de un cuerpo en MAS está dada por:

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F_x}{m} = -\frac{k}{m}x \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 23$$

El signo menos indica que la aceleración y el desplazamiento siempre tienen signos opuestos.

La relación entre la fuerza de restitución y el desplazamiento es más complicada que la ecuación anterior. No obstante, en muchos sistemas, la fuerza de restitución es aproximadamente proporcional al desplazamiento si éste es lo suficiente pequeño. Es decir, si la amplitud es pequeña, las oscilaciones de tales sistemas son más o menos armónicas simples y, por lo tanto, la ecuación anterior las describe aproximadamente. Así, podemos usar

el MAS como modelo aproximado de muchos movimientos periódicos distintos, como la vibración del cristal de cuarzo de un reloj de pulso, el movimiento de un diapasón, la corriente eléctrica en un circuito de corriente alterna, y las vibraciones de los átomos en moléculas y sólidos (Young, 2009, pág. 425).

Para explorar las propiedades del movimiento armónico simple, debemos expresar el desplazamiento x del cuerpo oscilante en función del tiempo, $x(t)$.



Figura N° 8: Propiedades del Movimiento Armónico Simple

Fuente. (Young, 2009)

Podríamos imaginar la forma de la solución notando que si una pluma se uniera a una masa vibratoria (figura 8) y una hoja de papel se moviera a una tasa constante debajo de ella, la pluma trazaría la curva mostrada. La forma de esta curva parecería sinusoidal (como una curva seno o coseno) en función del tiempo y su altura es la amplitud A . Consideremos entonces que la solución general se escribe como:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 24}$$

Sustituyendo en la ecuación del MAS tenemos:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d(A \cos(\omega t + \varphi))}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 25$$

$$\frac{d^2}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 26$$

Ahora haciendo un arreglo a la Ecuación (22) tendríamos:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0 \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 27$$

Sustituyendo la ecuación (25) en la última ecuación:

$$-\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) + \frac{k}{m} A \cos(\omega t + \varphi) = 0$$

$$\left(\frac{k}{m} - \omega^2\right) A \cos(\omega t + \varphi) = 0 \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 28$$

Para satisfacer nuestra ecuación en cualquier tiempo (t) debemos igualar lo siguiente:

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 29$$

Entonces:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 30$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 31$$

(Frecuencia Natural)

Vemos que la frecuencia y el periodo no dependen de la amplitud. Cambiar la amplitud de un oscilador armónico simple no afecta su frecuencia. Eso nos dice que cuanto mayor sea la masa, menor será la frecuencia; y que cuanto más rígido sea el resorte, mayor será la frecuencia. La frecuencia f a la cual oscila naturalmente un OAS se conoce como su frecuencia natural.

2.2.6.6 Oscilaciones Amortiguadas.

Si un muelle oscila libremente, siempre acaban parándose porque las fuerzas de rozamiento disipan su energía mecánica. Un movimiento con estas características se denominan movimiento amortiguado (Figura 9), cuya ecuación diferencial es la siguiente.

$$-kx - b \frac{dx}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2} \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 32$$

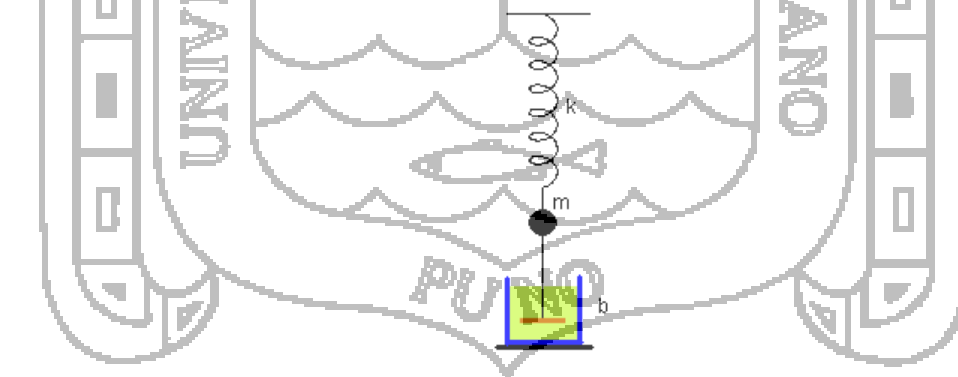


Figura N° 9 Movimiento Amortiguado

Fuente. (Paul, 2000)

2.2.6.6.1 Movimiento Sub-Amortiguado.

Es aquel amortiguamiento del movimiento es débil, de modo que la amplitud decrece lentamente con el tiempo (Paul, 2000, pág. 413).

2.2.6.6.2 Movimiento Sobre-Amortiguado.

Es aquel amortiguamiento el cual es muy grande, el oscilador no ejecuta una oscilación completa, sino que se mueve a la posición de equilibrio con una velocidad que se aproxima a cero cuando el objeto se acerca a dicha posición de equilibrio.

2.2.6.7 Oscilaciones Forzadas (Resonancia).

Cuando un sistema oscilatorio se pone en movimiento, vibra con su frecuencia natural. Sin embargo, sobre el sistema puede actuar una fuerza externa, que tiene su propia frecuencia particular y así tenemos una oscilación forzada, cuya frecuencia es diferente de la frecuencia natural (Giancoli, 2008).

En una oscilación forzada, la amplitud de vibración y, por consiguiente, la energía transferida al sistema oscilatorio, depende de la diferencia entre f y f_0 , así como de la cantidad de amortiguamiento, alcanzándose un máximo cuando la frecuencia de la fuerza externa es igual a la frecuencia natural del sistema, es decir, cuando $f = f_0$. La amplitud puede volverse muy grande cuando la frecuencia impulsora f está cerca de la frecuencia natural, $f \approx f_0$ en tanto que

el amortiguamiento no sea muy grande. Cuando el amortiguamiento es pequeño, el incremento en amplitud cerca de $f = f_0$ es muy grande. Este efecto se conoce como resonancia. La frecuencia natural f_0 de un sistema se llama su frecuencia resonante.

2.2.7 Tipos De Ondas.

Una onda es una gráfica o ecuación que da una descripción completa de la señal en función del tiempo. En nuestra investigación utilizamos tres tipos diferentes de ondas los cuales son la cuadrada, triangular y sinusoidal.

2.2.7.1 Onda Cuadrada.

Se conoce por onda cuadrada a la onda de corriente alterna (CA) que alterna su valor entre dos valores extremos sin pasar por los valores intermedios (al contrario de lo que sucede con la onda sinusoidal y la onda triangular, etc.)

Se usa principalmente para la generación de pulsos eléctricos que son usados como señales (1 y 0) que permiten ser manipuladas fácilmente, un circuito electrónico que genera ondas cuadradas se conoce como generador de pulsos, este tipo de circuitos es la base de la electrónica digital (Moron, 2011).

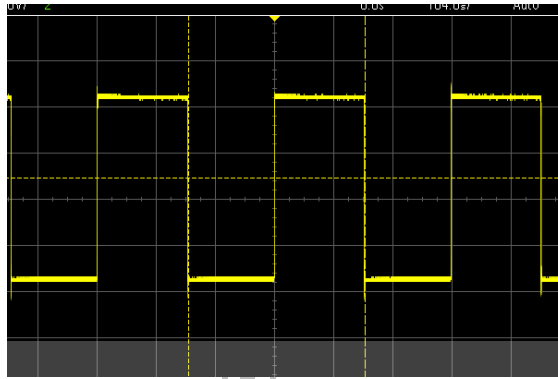


Figura N° 10: Onda Cuadrada

Fuente. Propia

2.2.7.2 Onda Sinusoidal.

Es la forma más generalizada y responde a la corriente de canalización generada en las grandes plantas eléctricas del mundo. También responden a la misma forma, todas las corrientes destinadas a generar los campos electromagnéticos de las ondas de radio. La manera más práctica de entender la generación de esta onda es utilizar el “círculo trigonométrico”, el seno trigonométrico de estos ángulos que se va generando a medida que el radio de la circunferencia gira, viene representado por la altura del punto correspondiente al extremo del radio que forma el círculo, referida al eje horizontal. Esa altura comienza en 0° , para ir aumentando hasta llegar al máximo, que se toma como valor unitario “1” cuando el radio esté vertical, con un ángulo de 90° . El radio sigue girando y la altura comenzará a disminuir, para llegar nuevamente a cero cuando el radio forme el ángulo de 180° , y esté nuevamente en posición horizontal. (Moron, 2011).

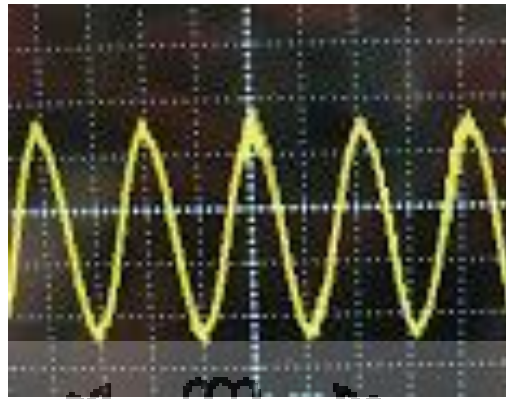


Figura N° 11: Onda Sinusoidal

Fuente. Propia

2.2.7.3 Onda Triangular

La onda triangular es un tipo de señal periódica que presenta unas velocidades de subida y bajada (*Slew Rate*) constantes. Lo más habitual es que sea simétrica, es decir que, los tiempos de subida y bajada son iguales.

La onda triangular tiene un contenido en armónicos muy bajo, lo que concuerda con su parecido a una onda sinusoidal. Tanto matemática como físicamente se puede obtener integrando en el tiempo una onda cuadrada: los niveles constantes alto y bajo de dicha onda se convierten en las pendientes (constantes) de los flancos de subida y bajada de la onda triangular. (Moron, 2011).

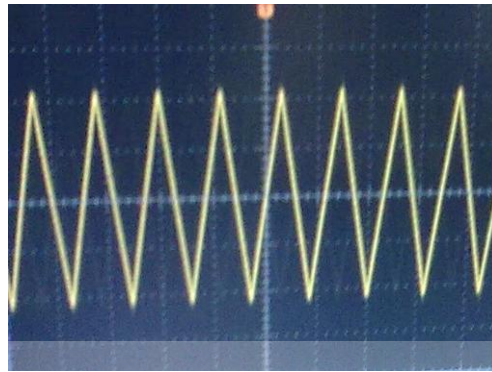


Figura N° 12: Onda Triangular

Fuente. Propia

2.2.8 Microbiología.

La microbiología, es el estudio de los organismos vivos, se subdividen tradicionalmente en el examen de virus, bacterias, hongos y parásitos. Aunque cada grupo de organismos representa un aumento del tamaño y complejidad estructural, todos los grupos sin completamente capaces de producir enfermedad (Rosenthal, 2008).

Los microorganismos influyen extensamente en la vida y constitución tanto física como química de nuestro planeta. Son los encargados de los ciclos de los elementos químicos indispensables para la vida, incluidos carbono, nitrógeno, azufre, hidrógeno y oxígeno; además, los microorganismos realizan más fotosíntesis que las plantas verdes. Se calcula que en la tierra existen 5×10^3 células microbianas; excluyendo a la celulosa, éstas constituyen 90% de la biomasa de toda la biosfera. Los seres humanos tienen una relación estrecha con los microorganismos; más de 90% de las células del cuerpo corresponde a microbios (Carroll, 2010).

2.2.9 Bacterias.

Son microorganismos unicelulares, tienen un tamaño mayor variable entre 0.1 y 5 o más micras de longitud. Contienen ADN y ARN, aunque la información genética no está organizada dentro de un núcleo. La mayoría de las bacterias son capaces de dividirse libremente, aunque algunas siguen siendo parásitos intracelulares estrictos (Harley, 2002).



Figura N° 13: Bacteria

Fuente. (Harley, 2002)

2.2.9.1 Clasificación Por Su Pared Celular.

2.2.9.1.1 Pared Celular.

Las bacterias Gram positivas se diferencian de las Gram negativas en la estructura de la pared celular, en sus componentes y sus funciones. Los componentes de la pared celular son también exclusivos de las bacterias, y su estructura repetitiva desencadena respuestas inmunitarias innatas protectoras en el ser humano. Las diferencias importantes en las características de la

membrana se describen en la siguiente tabla N° 2. Las membranas citoplásmicas de la mayor parte de los procariontes están rodeadas de unas rígidas capas de peptidoglucano (mureína), salvo en las arqueobacterias (las cuales contienen pseudoglucanos o pseudomureínas relacionadas con el peptidoglucano) y los micoplasmas (las cuales carecen de pared celular). El peptidoglucano es el elemento que proporciona rigidez, por lo que también determina la forma de cada célula bacteriana. Las bacterias Gram negativas están envueltas además por membranas externas (Schlegel, 1997).

Tabla N° 2: Bacterias Gram Positivas y Negativas

CARACTERISTICAS	GRAM POSITIVA	GRAM NEGATIVA
Membrana externa	-	+
Pared celular	GRUESA	DELGADA
Lipopolisacárido	-	+
Endotoxina	-	+
Ácido Teicoico	PRESENTE A MENUDO	-
Esporulación	EN ALGUNAS CEPAS	-
Capsula	PRESENTE AVECES	PRESENTE AVECES
Lisozima	SENSIBLE	RESISTENTE
Actividad antibacteriana de la penicilina	MÁS SUCEPTIBLE	MÁS RESISTENTE
Producción de Exotoxina	ALGUNAS CEPAS	ALGUNAS CEPAS

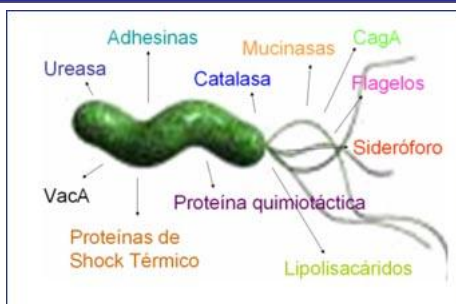
Fuente. (Schlegel, 1997)

2.2.10 Helicobacter Pylori.

Helicobacter pylori, o H. pylori, es una bacteria Gram Negativa de forma espiral que crece en la capa mucosa que recubre el interior del estómago humano.

Para sobrevivir en este medio hostil, ácido, del estómago, la bacteria H. pylori secreta una enzima llamada ureasa, la cual convierte la urea química en amoníaco. La producción de amoníaco al derredor de H. pylori neutraliza la acidez del estómago, para hacerlo más acogedor para la bacteria. Además, la forma espiral de H. pylori le permite penetrar la capa mucosa, la cual es menos ácida que el espacio interior, o lumen, del estómago. La bacteria H. pylori puede también adherirse a las células que revisten la superficie interna del estómago.

En 1983 se detectaron unos bacilos gramnegativos que se parecían a Campylobacter en pacientes aquejados de gastritis de tipo B (inflamación crónica del antro gástrico [extremo pilórico]). Estos microorganismos se clasificaron al principio como Campylobacter, pero posteriormente se reclasificaron como un nuevo género, Helicobacter. La bacteria Helicobacter pylori se ha asociado a gastritis, úlceras pépticas, adenocarcinoma gástrico y linfomas de linfocitos B del tejido linfoide asociado a la mucosa gástrica (Rosenthal, 2008).

Figura N° 14: *Helicobacter Pylori*

Fuente. (Rosenthal, 2008)

2.2.10.1 Fisiología y Estructura Del *Helicobacter Pylori*

H. pylori es muy móvil (motilidad en sacacorchos) y sintetiza muchas moléculas de ureasa. La producción de ureasa es un hallazgo constante en las especies de *Helicobacter* que colonizan el estómago del ser humano, pero es infrecuente en las especies que colonizan el intestino. El *Helicobacter* no fermenta ni oxida los hidratos de carbono, aunque puede metabolizar los aminoácidos a través de rutas fermentativas (Rosenthal, 2008).

2.2.10.2 Epidemiología Del *Helicobacter Pylori*.

Desde 1984, año en que se aisló por primera vez este microorganismo en cultivo, se ha recogido una gran cantidad de información acerca de la prevalencia de *H. pylori*. La tasa más alta de portadores se encuentra en los países en vías de desarrollo, donde el 70% al 90% de la población está colonizada, la mayoría antes de los 10 años. Estos estudios también han demostrado que del 70% al 100% de los pacientes con gastritis, úlceras

gástricas y úlceras duodenales está infectado por *H. pylori*. Se cree que la diferencia en las tasas de colonización entre los países en vías de desarrollo y los países desarrollados se deben a las mejores condiciones higiénicas de estos últimos. El ser humano constituye el principal reservorio de *H. pylori*, y la transmisión probablemente siga una vía feco-oral. Por tanto, es previsible que el riesgo de colonización disminuya con la mejora de las condiciones higiénicas.

Se ha hecho una observación interesante sobre la colonización por *H. pylori*. Este microorganismo se asocia claramente a enfermedades como la gastritis, las úlceras gástricas, el adenocarcinoma gástrico y los linfomas gástricos MALT (Carroll, 2010).

Sería previsible que el tratamiento de los individuos colonizados o infectados llevase a la reducción de estas enfermedades. Sin embargo, la colonización por *H. pylori* parece conferir protección frente a la enfermedad producida por el reflujo gastroesofágico y los adenocarcinomas de la región distal del esófago y del cardias gástrico. Por tanto, no parece conveniente eliminar a *H. pylori* en los pacientes sin enfermedad sintomática. Ciertamente, queda mucho que decir de la compleja relación entre *H. pylori* y su anfitrión (Rosenthal, 2008).

2.2.10.3 Prueba De La Ureasa

Medio utilizado para la identificación de microorganismos en base a la actividad ureásica. Las muestras de biopsia también se pueden analizar con relación a la actividad ureasa de origen bacteriano. La gran cantidad de ureasa sintetizada por *H. pylori* permite la detección de residuos alcalinos en un plazo inferior a 2 horas. La sensibilidad de la prueba directa con las muestras de biopsias oscila entre el 75% y el 95%; sin embargo, la especificidad se acerca al 100%, por lo que una reacción positiva es un indicio convincente de la existencia de infección activa. Al igual que la microscopía, la desventaja de este método radica en la necesidad de obtener una muestra de biopsia (Harley, 2002).

2.2.11 Escherichia Coli.

El Escherichia Coli fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore von Escherich, bacteriólogo alemán, quien la denominó *Bacterium coli*. La *Escherichia coli* es un bacilo Gram negativo, con pocas exigencias nutritivas, por lo que crece en medios comunes; fermenta la lactosa (bacilos coliformes) y la glucosa, produciendo gas y diversos ácidos (fermentación ácido-mixta) (Igor Ya. Belyaev, 1997).



Figura N° 15: *Escherichia Coli*

Fuente. (Igor Ya. Belyaev, 1997)

Escherichia coli coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se considera de flora normal, pero hay descritos seis grupos de *E. coli* productora de diarrea los cuales son:

2.2.11.1 **Escherichia Coli Entero Patogénica (ECEP).**

Esta cepa causa diarrea en humanos, conejos, perros y caballos, al igual que la enterotoxigénica, pero la etiología y los mecanismos moleculares de colonización son diferentes. Carece de fimbrias y no produce las toxinas ST y LT, pero utilizan la proteína intimina, una adhesina, para adherirse a las células intestinales. Este tipo de virus posee una serie de factores de virulencia que son similares a los que se encuentran en *Shigella*, como la toxina shiga. La adherencia a la mucosa intestinal causa una reordenación de la actina en la célula hospedante, que induce una deformación significativa. Estas bacterias son moderadamente invasivas: penetran en las células hospedadoras provocando una respuesta inflamatoria. La causa principal de diarrea en los afectados por esta cepa son seguramente los cambios provocados en la estructura de las células intestinales.

2.2.11.2 Escherichia Coli Enterotoxigénica (ECET)

Se parece mucho a *Vibrio cholerae*, se adhiere a la mucosa del intestino delgado, no la invade, y elabora toxinas que producen diarrea (diarrea del viajero). No hay cambios histológicos en las células de la mucosa y muy poca inflamación. Produce diarrea no sanguinolenta en niños y adultos, sobre todo en países en vías de desarrollo, aunque los desarrollados también se ven afectados. Emplea varias toxinas, incluyendo la entero toxina resistente al calor y la entero toxina termolábil.

2.2.11.3 Escherichia Coli Entero Invasiva (ECEI)

Es inmóvil, no fermenta la lactosa. Invade el epitelio intestinal causando diarrea sanguinolenta en niños y adultos. Libera el calcio en grandes cantidades impidiendo la solidificación ósea, produciendo artritis y en algunos casos arterioesclerosis. Es una de las E. Coli que causa más daño debido a la invasión que produce en el epitelio intestinal.

2.2.11.4 Escherichia Coli Entero Hemorrágica O Verotoxigénica (ECEH)

La convención internacional de nomenclatura de patógenos ha recomendado el uso de STEC (Shiga Toxin Escherichia Coli) para este grupo, debido a que estas bacterias producen una toxina cito tóxica para células Vero de cultivo de similitud estructural a la toxina producida por *Shigella*

dysenteriae. Las STEC producen vero toxinas que actúan en el colon. Sus síntomas son: primero colitis hemorrágica, luego síndrome urémico hemolítico (lo anterior más afección del riñón, posible entrada en coma y muerte), y por último, purpura trombocitopenia trombotica (lo de antes más afección del sistema nervioso central). Esta cepa no fermenta el sorbitol y posee un fago, donde se encuentran codificadas las vero toxinas, también llamadas "Toxinas Shiga", no posee una fimbria formadora de mechones, en vez de esto posee una fimbria polar larga que usa para adherencia.

2.2.11.5 **Escherichia Coli Entero Agregativa O Entero Adherente (ECEA)**

Sólo encontrada en humanos. Son llamadas entero agregativas porque tienen fimbrias con las que aglutinan células en los cultivos de tejidos. Se unen a la mucosa intestinal causando diarrea acuosa sin fiebre. No son invasivas. Producen hemolisina y una entero toxina ST similar a la de las enterotoxigénicas. Se le asocian dos toxinas:

- Toxina termoestable enteroagregante (EAST)
- Toxina codificada por plásmidos (PET)

2.2.11.6 **Escherichia Coli De Adherencia Difusa (ECAD)**

Se adhiere a la totalidad de la superficie de las células epiteliales y habitualmente causa enfermedad en niños inmunológicamente no

desarrollados o malnutridos. No se ha demostrado que pueda causar diarrea en niños mayores de un año de edad, ni en adultos y ancianos.

2.2.11.7 Patogenia.

La Escherichia Coli puede causar infecciones intestinales y extra intestinales generalmente graves, tales como infecciones del aparato excretor, vías urinarias, cistitis, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia y neumonía Gram-negativa.

2.2.11.8 Virulencia

La Escherichia Coli está dividida por sus propiedades virulentas, pudiendo causar diarrea en humanos y otros animales. Otras cepas causan diarreas hemorrágicas por virtud de su agresividad, patogenicidad y toxicidad. En muchos países ya hubo casos de muerte por esta bacteria. Generalmente le pasa a niños entre 1 año y 8 años. Causado generalmente por la contaminación de alimentos, y mala cocción de los mismos, es decir, a temperaturas internas y externas menores de 70°C.

2.2.12 Bio-Seguridad.

Es el conjunto de medidas preventivas reconocidas internacionalmente orientadas a proteger la salud y la seguridad del personal y su entorno. Complementariamente se incluye normas contra riesgos producidos por

agentes físicos, químicos y mecánicos. Modernamente se incorporan también las acciones o medidas de seguridad requeridas para minimizar los riesgos derivados del manejo de un organismo modificado genéticamente (OMG), sus derivados o productos que los contengan, y uso de la tecnología del ADN recombinante (ingeniería genética) y otras técnicas moleculares más recientes (Tejada, 2005).

En la Bio-Seguridad de un laboratorio tenemos diversos conceptos que necesitamos conocer como son:

2.2.13 Cabina De Seguridad Biológica.

Son equipos que proporcionan una barrera de contención para trabajar de forma segura con agentes infecciosos. Permiten proteger según su diseño y clasificación al trabajador, medio ambiente o al producto. Es una combinación de elementos electromecánicos/electrónicos y procesos físicos que impulsan el aire a través de unos filtros especiales de gran superficie estratégicamente situados, que tienen una eficiencia mínima de retención de partículas del 99,99%, cuando el tamaño de éstas es de $0,3 \mu$.



Figura N° 16: Cabina de Bioseguridad

Fuente. (Tejada, 2005)

2.2.14 Desinfección.

Proceso que mediante el empleo de agentes (sobre todo químicos), es capaz de eliminar los microorganismos patógenos de un material. Generalmente se presentan efectos tóxicos sobre tejidos vivos, por lo que se emplea sólo sobre materiales inertes, existen 3 tipos de desinfección los cuales son.

2.2.14.1 Desinfección De Alto Nivel:

Cuando inactiva al Micro bacterias, virus y hongos con excepción de esporas.

2.2.14.2 Desinfección De Nivel Intermedio:

Cuando inactiva al *Mycobacterium tuberculosis*, bacterias vegetativas, mayoría de los virus, mayoría de los hongos, pero no los esporos bacterianos.

2.2.14.3 Desinfección De Bajo Nivel:

- Puede destruir la mayoría de bacterias, algunos virus y algunos hongos.
- No es confiable para microorganismos resistentes como bacilos de tuberculosis o esporas bacterianas.

2.2.15 Equipo De Protección Personal (EPP).

El equipo de protección personal (PPE-Personal Protection Equipment) está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo, de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. Describiremos la protección que se debe realizar en laboratorio.

2.2.15.1 Protección Corporal

La utilización de mandiles o batas es una exigencia por parte de los integrantes del equipo de salud.

Recomendaciones:

- Usar bata, chaqueta o uniforme dentro del laboratorio.
- Esta ropa protectora deberá ser quitada inmediatamente antes de abandonar el área de trabajo. Deberá ser transportada de manera segura al lugar adecuado para su descontaminación.

- No se deberá usar en las “áreas limpias” del laboratorio.



Figura N° 17: Bata de Laboratorio

Fuente. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

2.2.15.2 Protección Tapaboca.

La protección y el uso de tapabocas tienen como objetivo proteger nariz y boca durante procedimientos y cuidados de pacientes con actividades que puedan generar salpicaduras de sangre.

2.2.16 Tapaboca:

- Debe ser de material impermeable frente a aerosoles o salpicaduras.
- Debe ser amplio cubriendo nariz y toda la mucosa bucal.
- Puede ser utilizado por el trabajador durante el tiempo en que se mantenga limpio y no deformado.
- Esto dependerá del tiempo de uso y cuidados que reciba.



Figura N° 18: Tapaboca

Fuente. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

2.2.16.1 Protección De Las Manos

2.2.16.1.1 Guantes

El uso de éstos debe estar encaminado a evitar o disminuir el riesgo de contaminación de la transmisión de microorganismos por su manipulación a las manos del operador. Las manos deben ser lavadas según técnica y secadas antes de su colocación. De acuerdo al uso los guantes pueden ser estériles o no, y se deberá seleccionar uno u otro según necesidad.



Figura N° 19: Guantes

Fuente. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

2.2.17 Esterilización.

Proceso que mediante el empleo de agentes físicos o químicos produce la inactivación total de todas las formas de vida microbiana en forma irreversible (estado esporulado y vegetativo), y tenemos 3 formas de esterilización.

2.2.17.1 Esterilización por vapor.

Es el método de elección para el instrumental médico reutilizable. Se debe mantener por lo menos 20 minutos luego que se hayan alcanzado los 121 °C a una presión de dos atmósferas.



Figura N° 20: Autoclave

Fuente. (Carranza, 2010)

2.2.17.2 Esterilización por calor seco.

Debe mantenerse por dos horas a partir del momento en que el material ha llegado a los 170°C.



Figura N° 21: Horno de Esterilización

Fuente. Propia

2.2.17.3 Esterilización por inmersión en productos químicos.

Si bien los ensayos de laboratorio han demostrado que numerosos desinfectantes que se usan en los servicios de salud son eficaces para destruir al HIV, la inactivación rápida que suelen sufrir por efecto de la temperatura o en presencia de material orgánico, no hace fiable su uso regular (p. ej.: Compuestos de amonio cuaternario, Timersal, Iodóforos, etc.). Estas sustancias no deben ser utilizadas para la desinfección.

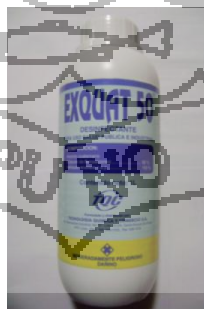


Figura N° 22: Amonio Cuaternario

Fuente. Propia

2.2.18 Medios de Cultivo.

Uno de los sistemas más importante para la identificación de microorganismos es observar su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio. El material alimenticio en el que crecen los microorganismos es el Medio de Cultivo y el crecimiento de los microorganismos es el Cultivo. Se han preparado más de 10.000 medios de cultivo diferentes.



Figura N° 23: Medio de Cultivo

Fuente. Propia

Para que las bacterias crezcan adecuadamente en un medio de cultivo artificial debe reunir una serie de condiciones como son: temperatura, grado de humedad y presión de oxígeno adecuado, así como un grado correcto de acidez o alcalinidad. Un medio de cultivo debe contener los nutrientes y factores de crecimiento necesarios y debe estar exento de todo microorganismo contaminante.

La mayoría de las bacterias patógenas requieren nutrientes complejos similares en composición a los líquidos orgánicos del cuerpo humano. Por eso, la base de muchos medios de cultivo es una infusión de extractos de carne y

Peptona a la que se añadirán otros ingredientes.

De acuerdo al uso del medio de cultivo, éstos se clasifican en:

2.2.18.1 Agar.

El agar es un elemento solidificante muy empleado para la preparación de medios de cultivo. Se licúa completamente a la temperatura del agua hirviendo y se solidifica al enfriarse a 40 grados. Con mínimas excepciones no tiene efecto sobre el crecimiento de las bacterias y no es atacado por aquellas que crecen en él.



Figura N° 24: Agar

Fuente. Propia

Describiremos 2 tipos de agares los cuales son:

2.2.18.2 Agar Columbia.

Es un medio altamente nutritivo que permite el aislamiento y cultivo de microorganismos exigentes, por lo que se usa como una base para la preparación de diversos medios de cultivo. La Farmacopea de los Estados

Unidos (USP 32) lo recomienda para el aislamiento de especies de Clostridium.

Preparación de medios de cultivo.

Composición.

Tabla N° 3: Composición Agar Columbia

Digerido Pancreático de Caseína	12,0 g
Peptona	5,0 g
Extracto de levadura	3,0 g
Extracto de carne	3,0 g
Almidón de maíz	1,0 g
Cloruro de Sodio	5,0 g
Agar	13,5 g
Agua purificada	1000 ml

Fuente. (Laboratorios Britania, 2010)

2.2.18.3 Agar MacConkey.

Es un medio selectivo diferencial utilizado para el aislamiento y diferenciación de bacilos Gram negativo fermentadores y no fermentadores de lactosa. Se utiliza con frecuencia para el aislamiento de coliformes.

Composición.

Tabla N° 4: Composición Agar MacConkey

Digerido pancreático de gelatina	17,0 g
Digerido pancreático de caseína	1,5 g
Digerido péptico de tejido animal	1,5 g
Lactosa	10,0 g
Mezcla de sales biliares	1,5 g
Cloruro de sodio	5,0 g
Agar	13,5 g
Rojo neutro	30,0 mg
Cristal violeta	1,0 mg
Agua destilada	1,000 mL

Fuente. (Laboratorios Britania, 2010)

2.2.19 Preparación De Medios De Cultivo

Los medios de cultivo se pueden preparar en el laboratorio a partir de cada uno de sus constituyentes básicos, o por simple rehidratación de productos asequibles comercialmente (medios de cultivo deshidratados). Generalmente se prefiere el uso de los medios de cultivo deshidratados porque, además de simplificar el trabajo, con ellos se tiene mayor probabilidad de obtener resultados reproducibles.

Para su preparación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Prepararlos sólo a partir de productos que provengan de fabricantes o proveedores que suministren productos de calidad.
- Utilizar agua destilada o desmineralizada con una calidad microbiológica y fisicoquímica adecuada.
- Utilizar materiales de vidrios bien lavados y enjuagados con agua destilada o desmineralizada.
- Controlar el tiempo y la temperatura recomendada durante su esterilización. Nunca se deben exceder las condiciones señaladas por el fabricante.

2.3 Hipótesis.

2.3.1 Hipótesis General.

“EL PROTOTIPO PERMITIRÁ LA ELIMINACIÓN DE LA BACTERIA HELICOBACTER – PYLORI DE LOS CULTIVOS DE CEPAS POR MEDIÓ DE FRECUENCIAS”.

2.3.2 Hipótesis Específica

“LA APLICACIÓN DE LA ONDA CUADRADA INFLUIRÁ MEJOR A LA ELIMINACIÓN BACTERIA HELICOBACTER – PYLORI”.

2.3.3 Hipótesis Estadística.

“EL PROTOTIPO ELIMINARÁ MENOS DEL 60 % DE LA BACTERIA HELICOBACTER – PYLORI DE LOS CULTIVOS DE CEPAS POR MEDIO DE FRECUENCIAS”.



2.4 Operacionalización De Variables.

Tabla N° 5: Matriz de Planificación de la Investigación Científica.

Análisis realizado empleando la herramienta MAPIC (Matriz de Planificación en Investigación Científica)

Variables	Dimensiones	Indicadores	Criterios de Valoración
I. Independientes: 1. Análisis de Frecuencia de resonancia	1.1. Procesamiento	1.1.1. Forma de Onda. 1.1.2. Escala de Frecuencia 1.1.3. Ciclo de Trabajo	- Triangular, Sinusoidal, Cuadrada. - Frecuencias de 1Khz a 300Khz - Ciclo de trabajo al 50%
II. Dependiente: 2. Cepa de Helicobacter Pylori.	2.1. Aspecto Técnico	2.1.1. Confiabilidad de la cepa obtenida 2.1.2. Técnicas de Cultivo. 2.1.3. Condiciones para el Cultivo	- Alta - Método de siembra por estría en placa - Medio de Cultivo Selectivo. - Temperatura - PH - Oxígeno.

Fuente: Propia

2.4.1 Variable Dependiente.

Con el fin de alcanzar el objetivo, la variable dependiente es:

- La Bacteria Helicobacter Pylori.

2.4.2 Variable Independiente.

La variable independiente presente en la investigación y que se aplico es:

- La Aplicación de las frecuencias.

2.5 Limitaciones De La Investigación.

La complejidad del problema formulado en la investigación, no permite plantear una solución inmediata, puesto que el desarrollo e implementación de equipos biomedicos, requiere de un análisis de evaluación en forma exhaustiva.

Además, la ausencia de antecedentes de investigación en nuestra región acerca de las técnicas y los métodos propuestos en la investigación, son obstáculos que se tuvieron que superar, lo cual dificulto el desarrollo de la investigación en un menor plazo.



3.1 Metodología De La Investigación.

3.1.1 Tipo Y Diseño De Investigación.

Nuestra Investigación fue de tipo de estudios exploratorios porque se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes, también es del tipo correlacional porque este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables y debido a que se analizaron las relaciones entre la variable dependiente e independiente y sus efectos causales también son estudios explicativos

El diseño de la investigación es de Cuasi Experimental, porque se manipula deliberadamente la variable independiente para observar su efecto con la variable dependiente, también es del tipo longitudinal porque se analiza el cambio de las variables a través del tiempo y del tipo prospectivo ya que se registro la información según fueron ocurriendo los fenómenos.

El tema de la investigación correspondiente fue del área de Ingeniería Electrónica en las especialidades de Instrumentación Biomédica.

3.2 Población y Muestra.

3.2.1 Población.

La población a investigar para el desarrollo del presente proyecto estuvo conformada por las cepas de control de las Bacterias Helicobacter Pylori y Escherichia Coli

3.2.2 Muestra.

La muestra a investigar para el desarrollo del presente proyecto estuvo conformada por las cepas de tratamiento de la Bacterias Helicobacter Pylori y Escherichia Coli

3.3 Ubicación de la Población.

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano, en los laboratorios de Microbiología del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón y en el laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Veterinaria y Zootecnia.

3.3.1 Ubicación Geográfica:

Latitud Sur : 15°54'

Latitud Oeste : 70°08'

Altitud : 3827 m.s.n.m.

3.3.2 Ubicación Política:

Departamento : Puno

Provincia : Puno

Distrito : Puno

3.4 Material Experimental.

3.4.1 Recursos Humanos.

- Tesistas
- Director de Tesis de Investigación
- Biólogos.
- Microbiólogos

3.4.2 Recursos Materiales.

- Computadora Personal con capacidad Wifi y conexión a red
- Impresora
- Componentes y herramientas de instrumentación electrónica
- Agar Columbia y MacConkey
- Sangre de Caballo
- Antimicrobiano
- Instrumentación de Microbiología
- Indumentaria para Bioseguridad
- Cepa de la Bacteria Helicobacter Pylori y Escherichia Coli

3.5 Técnicas De Recolección De Datos.

Para la recolección adecuada de datos tenemos que evaluar tres actividades estrechamente vinculadas entre si (Sampieri, 1991, pág. 285)

- a) Seleccionar un instrumento de medición de los disponibles en el estudio del comportamiento o desarrollar uno (el instrumento de recolección de los datos). Este instrumento debe ser válido y confiable, de lo contrario no podemos basarnos en sus resultados.

- Nuestro Instrumento es el contador de colonias el cual es válido y confiable ya que es un instrumento de utilizado en el área de microbiología

b) Aplicar ese instrumento de medición. Es decir, obtener las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para nuestro estudio (medir variables).

- Nuestras variables a medir son el número de colonias en las cepas de control y tratamiento, las cuales las cuantificamos por el método de disolución, método que es usado por microbiólogos.

c) Preparar las mediciones obtenidas para que puedan analizarse correctamente (a esta actividad se le denomina codificación de los datos).

- Nuestro análisis se realizó en las diferentes tipos de ondas, las cuales son Cuadrada Triangular y Sinusoidal.

3.6 Procesamiento y Análisis de Datos

3.6.1 Procesamiento De Datos.

Para el procesamiento de los datos se realizó el programa estadístico SPSS.

3.6.1.1 Análisis De Datos.

Para el análisis de datos se utilizó la estadística inferencial realizando una prueba de hipótesis, el método utilizado para la prueba de hipótesis fue el de la t – student para muestras relacionadas.

3.7 Procedimiento de la Investigación.

Para realizar una mejor explicación del diseño de la investigación se divide en fases perfectamente definidas.

- **Fase 1.** *Revisión Bibliográfica;* análisis y comparación de: tipo y forma de señales (triangular, cuadrada y sinusoidal), análisis de frecuencia, ciclo de trabajo, método de siembra para cepas de bacterias, tipos de medios de cultivos, análisis de la bacteria *Helicobacter Pylori*, métodos de inserción de las frecuencias en las cepas y adquisición de conocimientos en bio-seguridad para laboratorios.
- **Fase 2.** *Implementación del Generador de Señales;* elección del circuito integrado de mejores prestación; diseño y análisis de la generación de señales entre 1 Khz. a 1 Mhz. y con el ciclo de trabajo al 50%.

- **Fase 3.** *Obtención de la Cepa para la Bacteria Helicobacter Pylori;* identificación de los pacientes mediante la sintomatología y por la prueba de la biopsia, por la misma se obtiene la cepa.
- **Fase 4.** *Realización de los Cultivos de la Cepa;* Adquisición de los cultivos para la bacteria del Helicobacter Pylori con la utilización de agar Columbia y los instrumentos necesarios de laboratorio.
- **Fase 5.** *Aplicación del Generador de Señales a los Cultivos del Helicobacter Pylori;* inserción de las frecuencias por medio de campos eléctricos y magnéticos a los cultivos de la bacteria Helicobacter Pylori y verificación de la eliminación de dicha bacteria.
- **Fase 6.** *Análisis de resultados,* verificación estadística de los resultados para las diferentes formas de señales y frecuencias aplicadas a las los cultivos de la bacteria Helicobacter Pylori.

3.8 Prueba de Hipótesis

Por medio de la prueba de hipótesis, la estadística proporciona procedimientos óptimos para decidir la aceptación o el rechazo de afirmaciones o hipótesis acerca de la población en estudio (Javier gorgas, Estadística básica).

Nuestra hipótesis estadística en la investigación es la siguiente:

3.8.1 Hipótesis Nula.

H_0 = El prototipo tendrá una eliminación menor al 60 % de la bacteria *Helicobacter pylori* en los cultivos de cepas por medio de frecuencias

3.8.2 Hipótesis Alternativa

H_1 = El prototipo tendrá una eliminación mayor al 60 % de la bacteria *Helicobacter pylori* en los cultivos de cepas por medio de frecuencias

Para probar nuestra hipótesis utilizamos el método de T-Student para muestras relacionadas según la siguiente tabla.

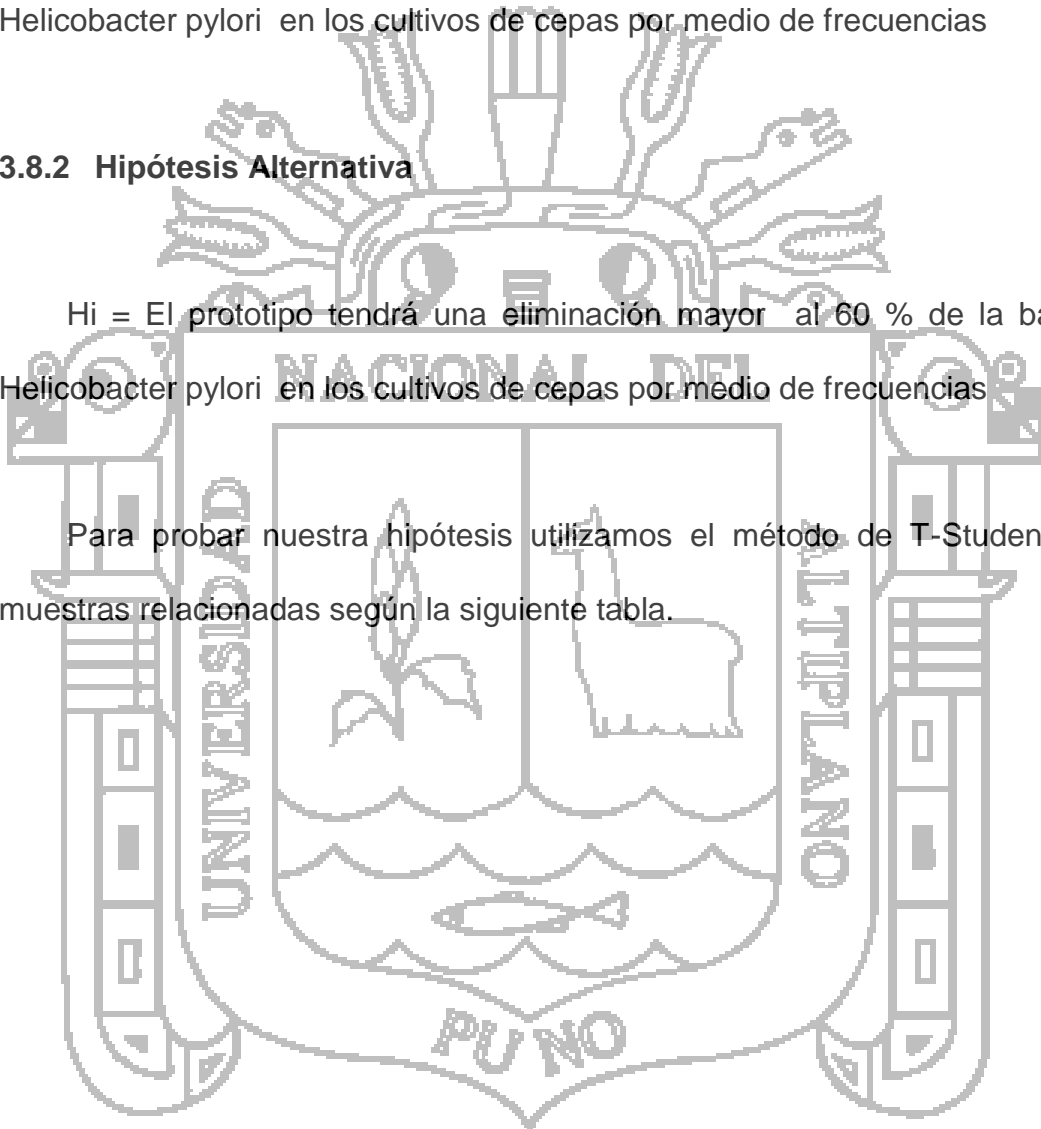


Tabla N° 6: Pruebas Paramétricas y no paramétricas

		PRUEBAS NO PARAMETRICAS			PRUEBAS PARAMETRICAS
VARIABLE ALEATORIA		NOMINAL DICOTOMICA	NOMINAL POLITOMICA	ORDINAL	NUMERICA
ESTUDIO TRANSVERSAL MESTRAS INDEPENDIENTES	1 GRUPO	X^2 bondad de ajuste (binomial)	X^2 bondad de ajuste	X^2 bondad de ajuste	T student (una muestra)
	2 GRUPOS	X^2 bondad de ajuste (corrección de vales)	X^2 de homogenida	U. Mann - wighney	T student (muestras independientes)
	MAS DE 2 GRUPOS	X^2 bondad de ajuste	X^2 bondad de ajuste	H. Kreushal - walls	ANOVA Factor intersujetos
Estudio Longitudinal Muestras relacionadas	Dos medidas	Mc Necmar	Q de conchran	Witcon	T student (muestras relacionadas)
	Más de dos medidas	Q de conchran	Q de conchran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas

Fuente. (Dávila, 2003)

Con los cual concluimos con el rechazo a nuestra hipótesis nula, y por consiguiente aceptamos nuestra hipótesis alternativa.



4.1 Generalidades.

En este capítulo, se exponen y describen todos los procesos, métodos y técnicas empleadas en el desarrollo de la investigación, también se proporcionan los diagramas esquemáticos, con la finalidad de facilitar y permitir su uso para futuras investigaciones.

El desarrollo de esta investigación comprende, el sistema generador de señales (cuadrada, sinusoidal y triangular) con variación de frecuencia, métodos de aplicación de las frecuencias a los cultivos de cepas, métodos de aislamiento y cultivo de las bacterias *Helicobacter Pylori* y *Escherichia Coli* y la presentación de datos y prueba de hipótesis.

4.2 Sistema generador de señales con variación de frecuencia.

Debido a que el generador de funciones busca tener un circuito sencillo que facilite su construcción y su mantenimiento, se seleccionó un circuito integrado que nos entregara las formas de onda triangular, cuadrada y sinusoidal.

4.2.1 Diseño del generador de señales.

Se seleccionó el generador de funciones XR2206 de Exar, debido a que éste entrega las tres formas de onda requeridas, así mismo tiene un intervalo de frecuencias similar al requerido y tiene un bajo costo. Éste, de acuerdo a su

hoja de especificaciones, presenta una distorsión típica en la onda sinusoidal de 0.5% y una frecuencia máxima de 1 MHz.

Se compone de cuatro bloques funcionales:

1. Un oscilador controlado por voltaje (VCO)
2. Un multiplicador analógico y formador de onda
3. Una etapa de amplificación
4. Un conjunto de interruptores de corriente

En la figura 25 se muestra el diagrama de bloques del circuito XR2206 propuesto en su hoja de especificaciones.

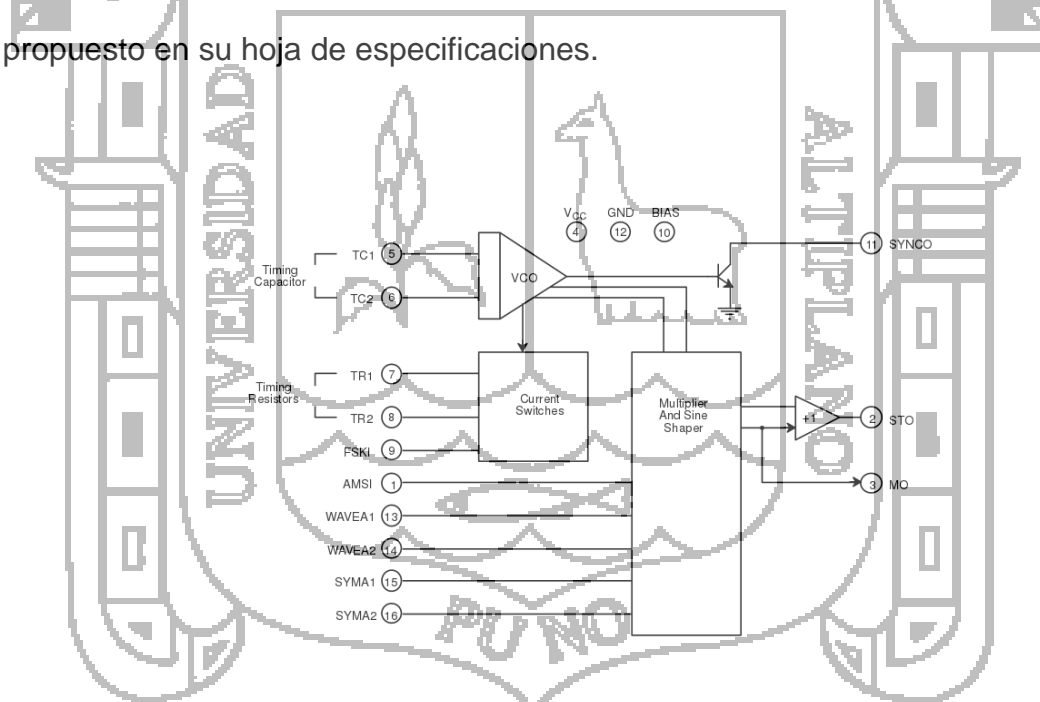


Figura N° 25: Diagrama de bloques XR-2206

Fuente. (Industrias Exar, 2010)

El VCO de este generador funciona por medio de un sistema no lineal, formado por un integrador y un comparador con histéresis. Un capacitor toma

la función del integrador, alimentado por una fuente de corriente, la cual cambia de sentido de acuerdo a la salida del comparador, que a su vez compara el valor de tensión entre las terminales del capacitor. Por lo tanto, la frecuencia de este oscilador depende de la magnitud de la corriente y del capacitor utilizado.

En las figuras 26 y 27 se ilustra lo explicado en el párrafo anterior, primero con un diagrama general y después en su interpretación eléctrica.



Figura N° 26: Diagrama general del generador de onda cuadrada y triangular

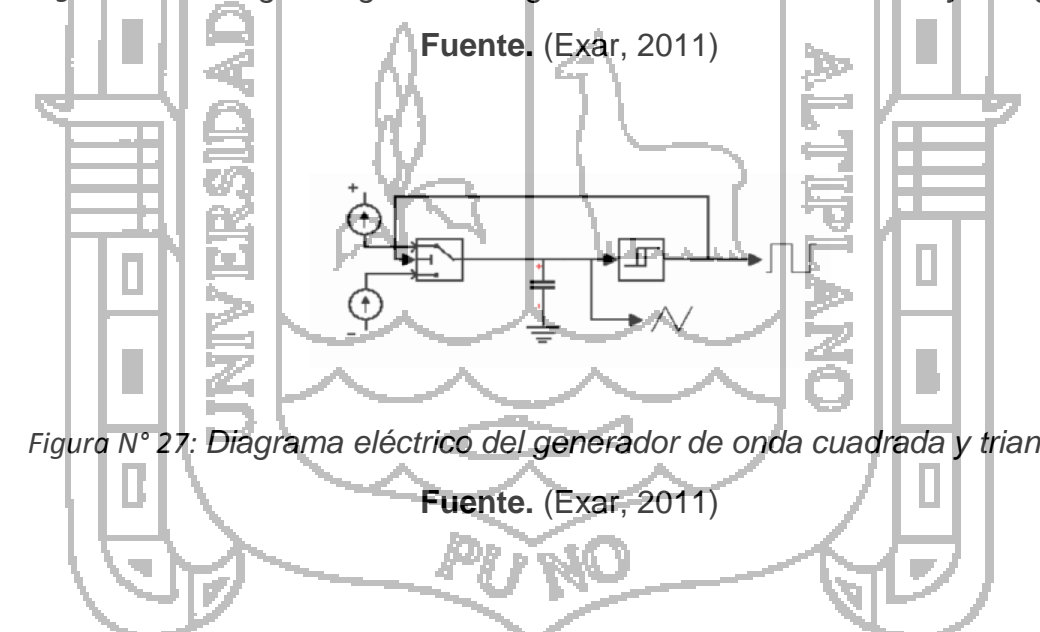


Figura N° 27: Diagrama eléctrico del generador de onda cuadrada y triangular

De este modo se obtienen las formas de onda triangular y cuadrada. Para poder generar la señal sinusoidal se utiliza el módulo de conformador de onda.

Como el VCO entrega una frecuencia proporcional a la corriente, ésta es regulada desde el módulo de interruptores de corriente con resistencias

externas; lo cual nos permite colocar un potenciómetro en la terminal siete del XR2206 para variar la frecuencia.

La frecuencia generada por el VCO también varía en función del capacitor conectado entre las terminales cinco y seis. De tal forma que la frecuencia de salida del dispositivo queda en función de R y C, donde R es el valor tomado por el potenciómetro y C el valor del capacitor, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$f = 1/RC \text{ Hz} \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 33$$

Se recomienda que se usen capacitores dentro del intervalo de 1000 pF a 100uF, y la resistencia dentro del intervalo de 1 kOhm a 2 MOhm.

Las frecuencias que calibramos para nuestra investigación son:



Tabla N° 7: Valores de R y C para el XR 2206

FRECUENCIA (KHz)	RESISTENCIA (R) (K Ω)	CAPACITOR (C) (μ F)
1	1.00	1
5	0.20	1
100	10.00	0.001
150	6.67	0.001
250	4.00	0.001
300	3.33	0.001
350	2.86	0.001
370	2.70	0.001
400	2.50	0.001

Fuente: Propia

El bloque del multiplicador y conformador de onda está encargado de convertir la señal triangular en sinusoidal, así como realizar multiplicaciones con otras ondas, que para propósitos de esta tesis no resultan relevantes.

El conformador de ondas funciona a partir de un circuito no lineal basado en diodos o transistores apareados, a cuya entrada se aplica la señal triangular. Los diodos van variando la pendiente en forma sucesiva, disminuyéndola conforme la entrada es mayor, hasta aproximarse a la onda sinusoidal.

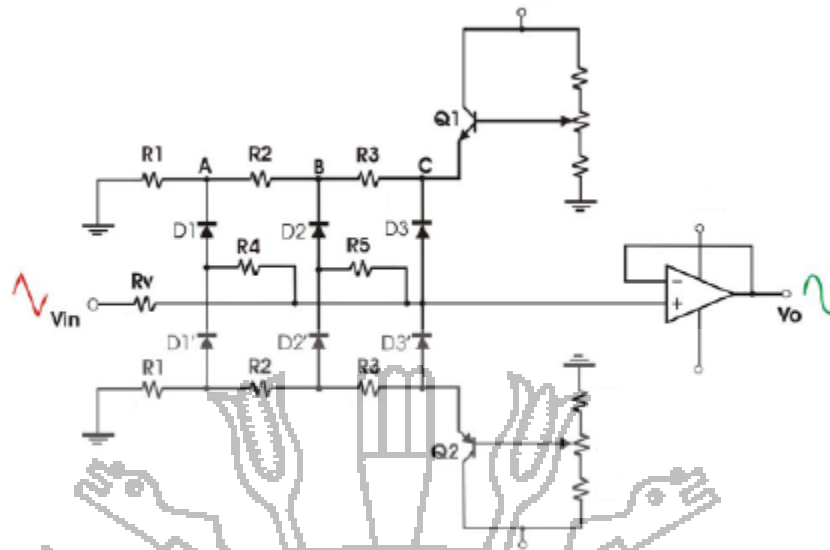


Figura N° 28: Circuito ejemplo de un conformador de ondas

Fuente. (Exar, 2011)

El circuito de ejemplo de la figura 28 explica el funcionamiento de un conformador de ondas, en el cual a la entrada se encuentra la señal triangular. Los transistores Q1 y Q2 generan una corriente, que gracias a las resistencias R1, R2 y R3 genera diferentes voltajes en los nodos A, B y C. Los diodos estarán polarizados en sentido inverso hasta que el voltaje de la señal aumente por encima del voltaje en A, lo que polariza el diodo D1 en sentido directo. Por lo que el voltaje de salida aumenta más lentamente debido al divisor de tensión Rv-R4.

Este proceso se repite para cada uno de los diodos, pero en el último diodo al no tener una resistencia causa la pendiente nula de la cresta de la onda sinusoidal.

Los diodos D1', D2' y D3' corresponden a las tensiones negativas de la señal de entrada.

Considerando que los diodos tienen una característica exponencial, mostrada en la fórmula de la ecuación 34, se pueden obtener bajos factores de distorsión con un pequeño número de diodos.

$$I = I_S(e^{V_D/(nV_T)} - 1) \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 34$$



Figura N° 29: Señal de salida de un conformador de ondas
Fuente. (Exar, 2011)

En la *figura 29* se representa la salida del ciclo positivo que tiene el circuito de la *figura 28*, donde se puede observar que se aproxima por medio de rectas a la señal sinusoidal, y cada uno de los voltajes de los diodos forman el punto donde se cambia la pendiente de señal.

La configuración seleccionada para el funcionamiento del XR2206 es la siguiente:

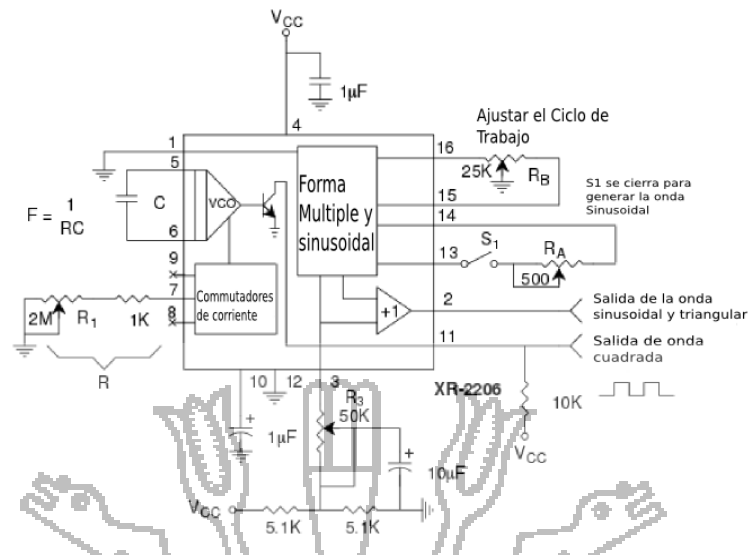


Figura N° 30: Diagrama del generador de señales

Fuente: (Industrias Exar, 2010)

En el caso particular de la configuración de la figura 30, el circuito se encuentra alimentado de Vcc a tierra.

En la figura 31 se puede ver el diagrama esquemático utilizado para el XR2206. Se utilizan los valores de resistencias sugeridas por el fabricante, cambiando el potenciómetro de 500 Ohms por uno de 1 k, para tener un mayor rango de ajuste en el conformador de onda.

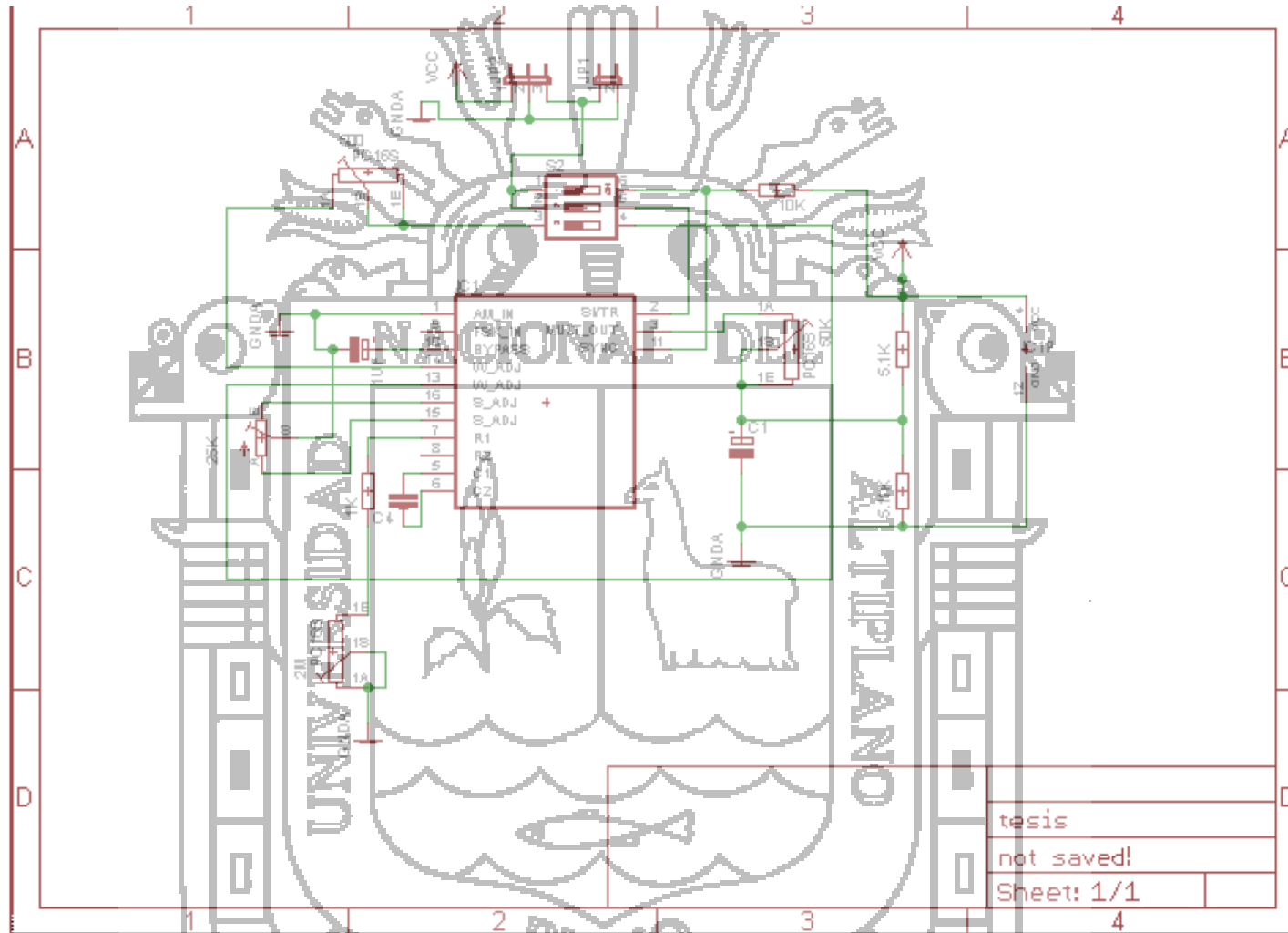


Figura N° 31: Esquemático Generador de Funciones

Fuente: CAD EAGLE

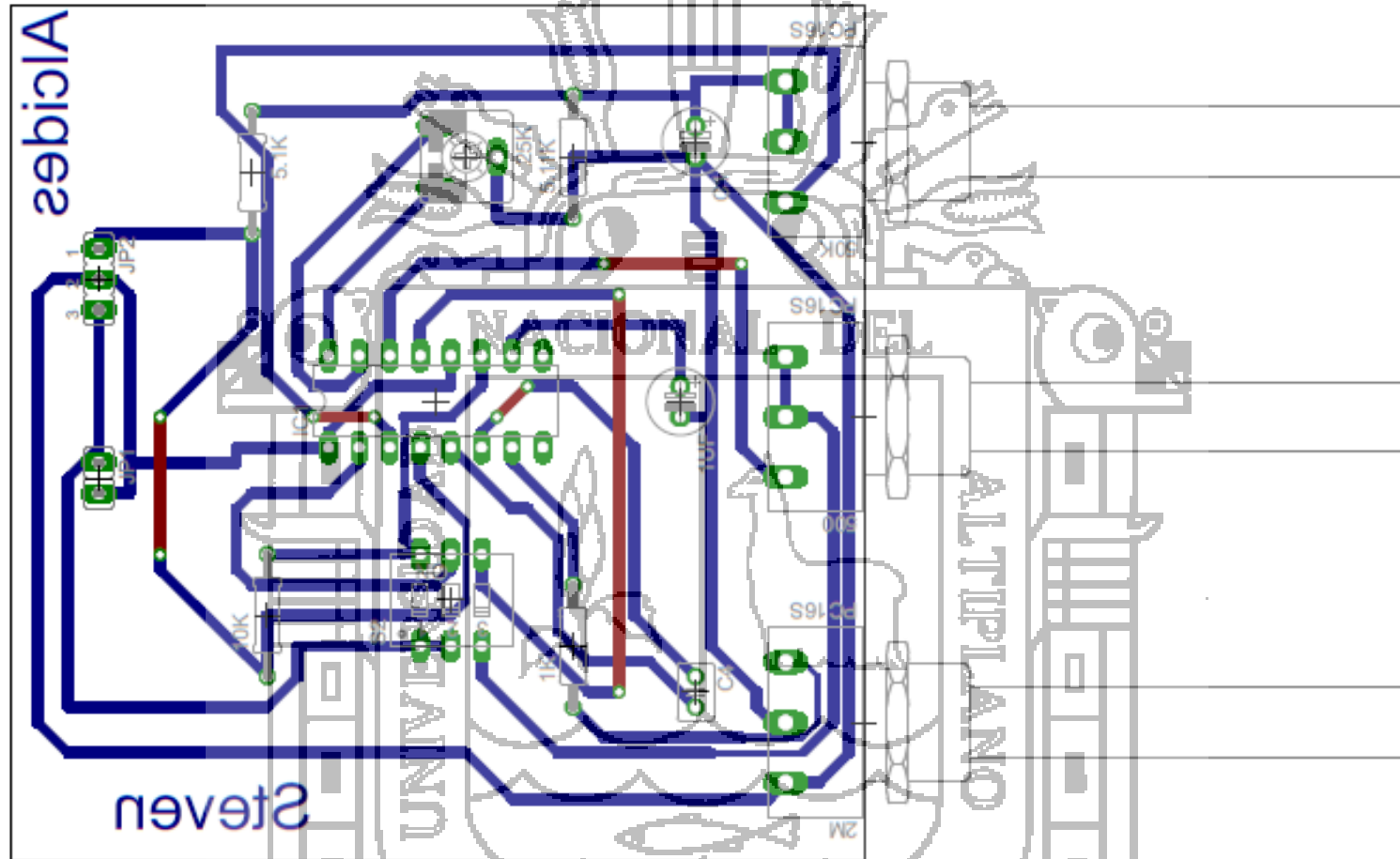


Figura N° 32: Board Generador de Funciones
Fuente: CAD EAGLE

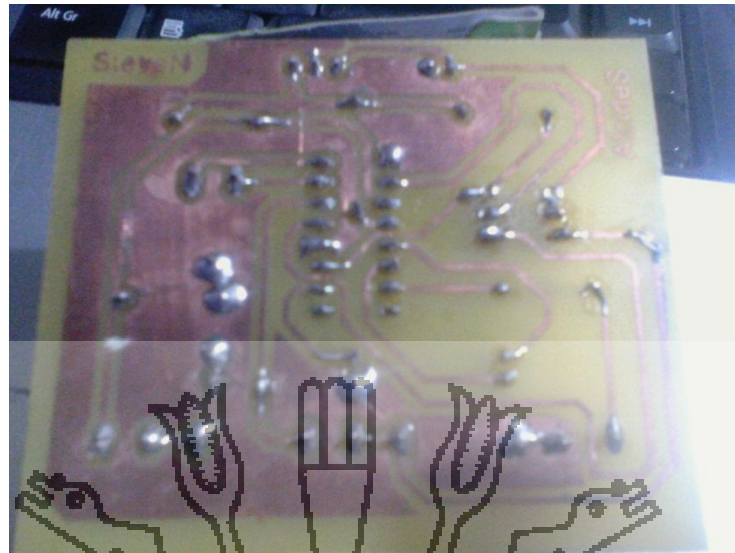


Figura N° 33: Pistas de la Placa del Generador de Funciones

Fuente: Propia



Figura N° 34: Componentes en Placa del Generador de Funciones

Fuente: Propia

4.3 Métodos de aplicación de las frecuencias para el cultivo de cepas.

Para la aplicación de las frecuencias en los cultivos de cepas, primeramente realizamos la recolección de los datos posteriormente, tomamos de referencia los antecedentes a esta investigación y realizamos dos tipos de aplicación los cuales son por medio de:

4.3.1 Campos Eléctricos.

El Campo Eléctrico creado por una carga es el espacio donde se manifiesta su atracción o repulsión sobre otras cargas.

La intensidad del campo en un punto es la fuerza que actúa sobre la unidad de carga positiva colocada en el punto.

Realizando la recolección de datos tenemos lo siguiente:

- El área de las placas que se eligió fue de 0.01 m^2 (10 cm x 10 cm), el motivo de esta elección fue por el diseño de las placas Petri ya que su diseño cuenta con un diámetro de 10 cm, y se necesitó una placa cuadrada de 10 cm por lado.



Figura N° 35: Placas paralelas

Fuente. Propia

- La distancia que utilizaremos entre las placas es de 1,5 cm, la razón de esta distancia es el espesor del diseño de las placas Petri, ya que la misma para la exposición de campos eléctricos tuvo que ser colocada entre las placas.

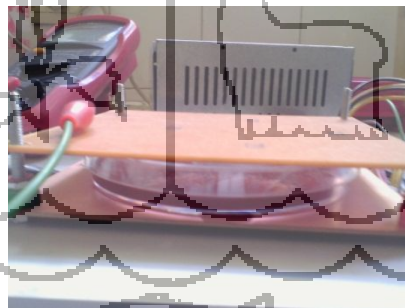


Figura N° 36: Aplicación por medio de campo eléctrico

Fuente. Propia

- El voltaje utilizado para el campo eléctrico se determinó de forma experimental y se obtuvo los resultados como se muestra en la tabla 8, de esto resultados tomamos el voltaje de 6.19 V porque en este se presentó mayor muerte bacteriana.

Tabla N° 8: Valores de Voltaje para el Campo Eléctrico

Voltaje en las Placas (V)	Distancia entre las Placas (mts.)	Comportamiento Bacteriano
3.5	0.015	Reducción de Movimiento
4.5	0.015	Reducción de Movimiento
5.2	0.015	Mínima Muerte Bacteriana
6.19	0.015	Muerte Bacteriana

Fuente. Propia

- Por el tamaño del área y la distancia entre las placas podemos decir que el campo eléctrico que tenemos es uniforme porque el área de las placas es mayor a la distancia de separación de las mismas.

Recolectado los datos procedemos a hallar nuestro campo eléctrico para un voltaje de 6.19V, un área de las placas de 0.01 m^2 y una distancia entre las placas de 0.015 m



Figura N° 37: Voltaje entre las placas paralelas

Fuente. Propia

Matemáticamente expresamos el campo eléctrico como la Ecuación (6).

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0}$$

Para un capacitor el campo eléctrico es establecido según la Ecuación 10:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

Para hallar la carga entre las placas primero encontraremos el valor de la capacitancia que por la ecuación (12) tenemos:

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Tomando nuestros datos anteriores el valor de nuestro capacitor será:

$$C = 8.85 \times 10^{-12} \frac{0.01}{0.015} \text{ pF}$$

$$C = 5.9 \times 10^{-12} \text{ F} = 5.9 \text{ pF}$$

Ahora también sabemos que la capacitancia según la ecuación (9) es:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Nuestro voltaje tomado es de 6.19 V por lo tanto reemplazando en la Ecuación (9) tendremos:

$$Q = CV = 5.9 \times 10^{-12} \times 6.19 \text{ Coulomb}$$

Resolviendo la carga "q" tendremos que:

$$Q = 3.6521 \times 10^{-11} \text{ Coulomb}$$

Ahora teniendo el valor de la carga lo reemplazaremos en la ecuación (10) lo cual nos da los siguiente.

$$E = \frac{3.6521 \times 10^{-11}}{8.85 \times 10^{-12} \times 0.01} \text{ V/m}$$

Resolviendo el campo eléctrico E tendremos que:

$$E = 400 \text{ V/m}$$

Entonces nuestro campo eléctrico aplicado en este método será de 400V/m aproximadamente.

4.3.2 Por medio de Campos Magnéticos.

Para el desarrollo de esta aplicación la realizamos mediante la emisión de campos magnéticos por un solenoide ya que este se usa para producir un campo magnético intenso y uniforme en la región rodeada por sus espiras.

Realizando la recolección de datos tenemos lo siguiente:

- El diámetro del solenoide se estableció según el tubo de ensayo el cual tiene un diámetro de 0.02 m lo cual el radio será de 0.01 m, la distancia del solenoide es de 0.1 m la cual se estableció según el tamaño del tubo de ensayo. lo cual es mayor al radio entonces decimos que el campo magnético es uniforme.



Figura N° 38: Solenoide utilizado para nuestra investigación

Fuente. Propia

- El número de espiras en el solenoide es de 150 el cual se estableció para obtener una mayor corriente y así lograr mayor campo magnético.



Figura N° 39: Solenoide utilizado en la investigación

Fuente. Propia

- La corriente para el campo magnético se determinó de forma experimental y se obtuvo los resultados como se muestra en la tabla 9, de esto resultados tomamos la corriente de 8 A porque en esta fue donde se obtuvo la muerte bacteriana.

Tabla N° 9: Valores de la Corriente para el Campo Magnético

Amperaje del Solenoide (A)	Inductancia del Solenoide (uH)	Comportamiento Bacteriano
0.002	72	Reducción de Movimiento
2	72	Mínima Muerte Bacteriana
4	72	Muerte Bacteriana
8	72	Completa Muerte Bacteriana

Fuente: Propia

- Por el tamaño del radio y la distancia del solenoide podemos decir que el campo magnético que tenemos es uniforme porque la distancia del solenoide es mayor al radio del mismo.

Recolectado los datos procedemos a hallar nuestro campo magnético para una corriente de 8 A y un número de 150 espiras.

La ecuación (18) nos sirve para el cálculo del campo magnético de nuestro solenoide el cual es:

$$B = \mu_0 n I$$

Donde μ_0 es la permeabilidad del espacio libre el cual es igual a:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

De nuestros datos tenemos que la corriente que circula por el solenoide de 150 espiras es de 8 Amperios reemplazando eso en la Ecuación (18) tenemos que.

$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \times 8 \times 150 = 0.0015 \text{ T} = 1.5 \text{ mT}$$

Entonces nuestro campo magnético creado por el solenoide es de aproximadamente 1.5 mT.

4.4 Métodos de aislamiento y cultivo de las bacterias *Helicobacter Pylori* y *Escherichia Coli*.

4.4.1 Aislamiento Microbiano

El aislamiento de bacterias a partir de muestras naturales se realiza, en la mayoría de los casos, mediante la producción de colonias aisladas en cultivos sólidos. El crecimiento explosivo de las bacterias permite producir un gran número de ellas a partir de una única célula inicial de forma que, tras un periodo de incubación en las condiciones ambientales adecuadas, se produce una colonia observable a simple vista y formada por individuos iguales (un clon bacteriano) (Martinko, 2009).

Para el aislamiento es necesario contar con lo siguiente:

- Medio de Cultivo (AGAR)
- Autoclave para la Esterilización

- Material Estéril (Placa Petri, Matraz)
- Muestra Natural (Inoculo)
- Asa de Siembra
- Mechero

4.4.2 Aislamiento del Escherichia Coli.

Para el aislamiento del Escherichia Coli realizamos los siguientes pasos:

4.4.2.1 La preparación del medio de cultivo.

El medio de cultivo que se usó en el aislamiento de la bacteria Escherichia Coli es el Agar MacConkey, Este medio se utiliza para el aislar bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos a partir de muestras clínicas, aguas y alimentos (Laboratorios Britania).



Figura N° 40: Agar MacConkey

Fuente. Propia

El agar MacConkey contiene la siguiente composición:

Tabla N° 10: Composición del Agar MacConkey

Digerido pancreático de gelatina	17,0 g
Digerido pancreático de caseína	1,5 g
Digerido péptico de tejido animal	1,5 g
Lactosa	10,0 g
Mezcla de sales biliares	1,5 g
Cloruro de sodio	5,0 g
Agar	13,5 g
Rojo neutro	30,0 mg
Cristal violeta	1,0 mg
Agua destilada	1.000 mL

Fuente. (Laboratorios Britania, 2010)

La preparación para 12 placas es de 15 gramos el cual pesamos en una balanza de laboratorio de microbiología, por 300ml de agua destilada con un PH de 7.0 vertidas en una probeta.



Figura N° 41: Peso de 15g del agar MacConkey

Fuente. Propia



Figura N° 42: 300ml de agua destilada con un PH de 7.0

Fuente. Propia

Luego mezclamos los 15g el agar MacConkey junto a los 300 ml de agua destilada en un matraz y lo cerramos con un tapon y papel craft, agitamos el matraz hasta que el agar se disuelva.



Figura N° 43: Mezcla del agar con el agua destilada

Fuente. Propia

Seguidamente se procedió con la esterilización del material a utilizar, el matraz junto con las placas Petri, el cual se puso en el autoclave, a una temperatura 121°C y una presión de 15 psi por un tiempo de 15 minutos.



Figura N° 44: Autoclave

Fuente. Propia

Posteriormente se realizó en plaqueo el cual consiste en verter el medio del matraz a las placas Petri y esperar su enfriamiento y solidificación.



Figura N° 45: Plaqueo del Medio de Cultivo

Fuente. Propia



Figura N° 46: Medio de Cultivo Solidificado

Fuente. Propia

Seguidamente se realizó la toma de muestra en la orina de un paciente con síntomas de infección urinaria y se inoculó 0.1 uL. En el medio de cultivo para el crecimiento de la bacteria todo esto al lado del mechero para crear un área de esterilización.



Figura N° 47: Toma del inóculo de la muestra de orina

Fuente. Propia

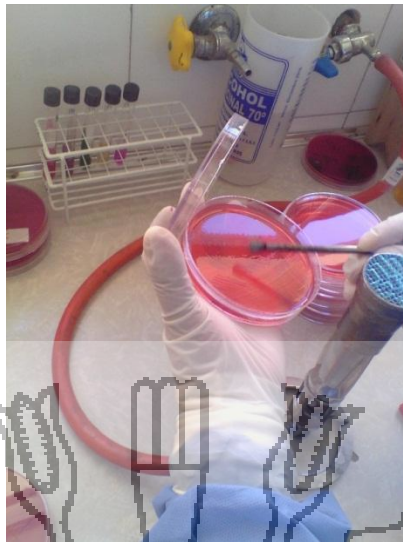


Figura N° 48: Medio de Cultivo Inoculado

Fuente. Propia

Una vez inoculado el medio se coloca en una incubadora a 37°C por un tiempo de 24H, luego se verifica si existe el crecimiento de la bacteria *Escherichia Coli*, procediendo posteriormente a el aislamiento tomando 1 sola colonia e inoculándola en un nuevo medio de cultivo.



Figura N° 49: Placa con crecimiento de Escherichia Coli

Fuente. Propia



Figura N° 50: Aislamiento de la Bacteria Escherichia Coli tomando solo una colonia

Fuente. Propia

Para cuantificar nuestra investigación utilizamos el tipo de siembra por disolución, el cual se aplica después del aislamiento de la bacteria.

Para este método utilizaremos 5 tubos de ensayo con agua destilada estéril, tomaremos una colonia de nuestra placa Petri con crecimiento de la Bacteria Escherichia Coli seguidamente la diluimos en uno de los tubos de ensayos el cual será nuestra muestra madre que tendrá una turbidez del 0.5 en la escala de McFarland, posteriormente tomaremos 1ml y procedemos a verter en el segundo tubo de ensayo el cual lo denominaremos 10^{-1} , de nuestra dilución 10^{-1} tomaremos 1ml y lo colocamos en el tercer tubo de ensayo el cual denominamos 10^{-2} y así proseguimos sucesivamente hasta llegar a una dilución de 10^{-4} .



Figura N° 51: Escala de Macfarlan 0.5

Fuente. Propia



Figura N° 52: Método de Disolución de 10^{-1} a 10^{-4}

Fuente. Propia



Figura N° 53: Aplicación del método de disolución

Fuente. Propia



Figura N° 54: Aplicación del método de disolución

Fuente. Propia

Seguidamente empezamos con la inoculación en los medios de cultivo tomando 0.1ml de cada una de las disoluciones y sembrando en 4 placas con medio de cultivo las cuales denominamos 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} .



Figura N° 55: Medios de Cultivos Inoculados

Fuente. Propia

Ahora analizaremos un medio que nos de la facilidad de la cuantificación



Figura N° 56: Disolución de 10^{-1} con 544 colonias

Fuente. Propia

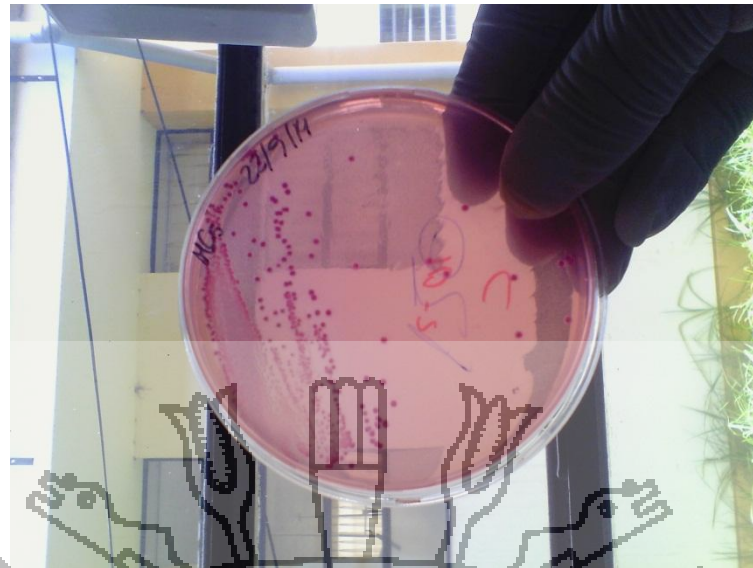


Figura N° 57: Disolución de 10^{-2} con 150 colonias

Fuente. Propia

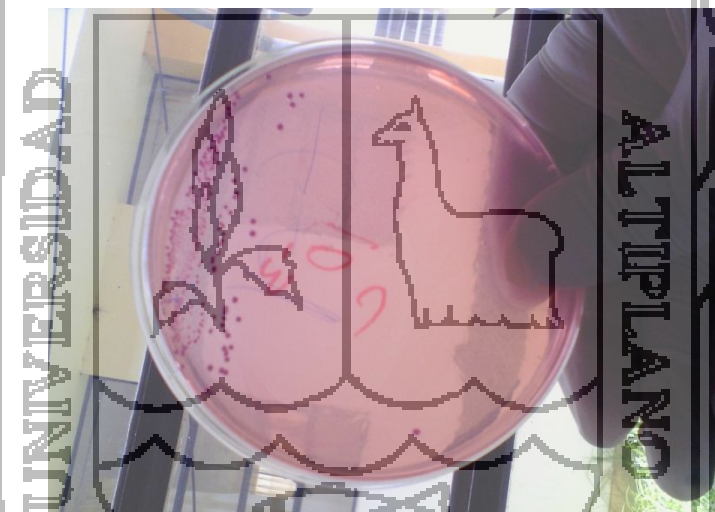


Figura N° 58: Disolución de 10^{-3} con 127 colonias

Fuente. Propia

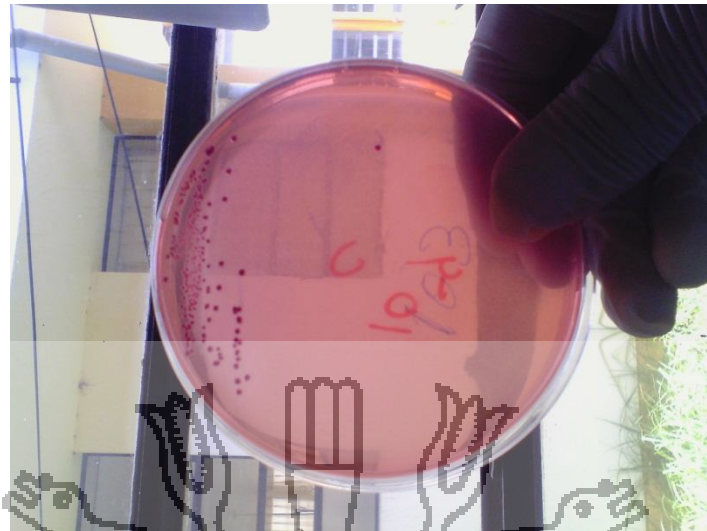


Figura N° 59: Disolución de 10^{-4} con 103 colonias

Fuente. Propia

Según la distribución de la bacteria en el medio de cultivo utilizaremos para nuestra investigación la dilución de 10^{-1}

4.4.3 Aislamiento del Helicobacter Pylori

Para el aislamiento del Escherichia Coli realizamos los siguientes pasos:

4.4.3.1 La preparación del medio de cultivo.

El medio de cultivo que se usó en el aislamiento de la bacteria Helicobacter Pylori es el Agar Columbia mezclada con 7% de sangre de caballo defibrilada más 10 % de un antimicrobiano, Este medio permite el crecimiento de micro organismos exigentes y la clara visualización de reacciones de hemólisis (Laboratorios Britania).



Figura N° 60: Agar Columbia junto a la sangre de caballo 100ml

Fuente. Propia

El agar Columbia contiene la siguiente composición:

Tabla N° 11: Composición del Agar Columbia

Peptona de Carne	5,0 g
Triptena	10,0 g
Extracto de Levadura	5,0 g
Extracto de Corazón	3,0 g
Almidón	1,0 g
Cloruro de sodio	5,0 g
Agar	15,0 g
Agua Purificada	1000 ml

Fuente. Laboratorios Britania

La preparación para 12 placas es de 15 gramos el cual pesamos en una balanza de laboratorio de microbiología, por 384ml de agua destilada con un PH de 7.0 vertidas en una probeta.

Luego mezclamos los 15g el agar Columbia junto a los 384 ml de agua destilada en un matraz al cual también añadiremos 17ml de sangre de caballo y 10 ml de una solución antimicrobiana, lo cerramos con un tapón y papel craft, agitamos el matraz hasta que el agar se disuelva.



Figura N° 61: Mezcla del agar con el agua destilada

Fuente. Propia



Figura N° 62: Mezcla del agar con la sangre de caballo

Fuente. Propia



Figura N° 63: Agregando el antimicrobiano

Fuente. Propia

Seguidamente se procedió con la esterilización del material a utilizar, el matraz junto con las placas Petri, el cual se puso en el autoclave, a una temperatura 121°C y una presión de 15 psi por un tiempo de 15 minutos.



Figura N° 64 Autoclave

Fuente. Propia

Posteriormente se realizó en plaqueo el cual consiste en verter el medio del matraz a las placas Petri y esperar su enfriamiento y solidificación.



Figura N° 65: Plaqueo del Medio de Cultivo

Fuente. Propia

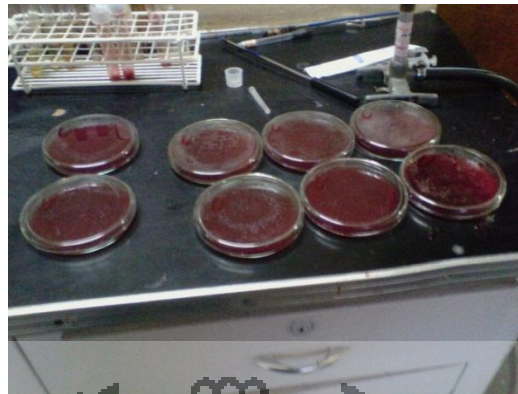


Figura N° 66: Medio de Cultivo Solidificado

Fuente. Propia

Seguidamente se realizó la adquisición de la muestra para el *Helicobacter Pylori* se toma la muestra de la biopsia hecha a un paciente con gastritis, la toma se realizó en el establecimiento de ESSALUD en el área de gastroenterología, las muestras de biopsia las tomo el Dr. Gastroenterólogo Jesús A. Cáceres Díaz.



Figura N° 67: Instrumentos para realiza las tomas de Biopsia

Fuente. Propia

Posteriormente se toma la muestra de biopsia y se siembra en el medio de cultivo, para la incubación del *Helicobacter pylori* se necesita condiciones atmosféricas especiales llamada microaerofilia (5% de oxígeno y 10% de

dióxido de carbono) lo cual logramos colocando los medios de cultivos inoculados en una campana de anaerobiosis dentro de la misma se prende una vela y se coloca una bolsa con agua destilada y alka seltzer luego se cierra la campana y se coloca en la incubadora a 37°C por un periodo de 7 días.



Figura N° 68: Medio en la campana de anaerobiosis con la vela y la bolsa con agua destilada y alka seltzer

Fuente. Propia



Figura N° 69: Colocando la campana en la incubadora

Fuente. Propia

Transcurridos los 7 días se destapa la campana y se verifica si hubo crecimiento de la posible bacteria, en nuestra investigación tuvimos crecimiento de una bacteria la cual le realizamos las pruebas para comprobar que es *Helicobacter pylori*, las pruebas a realizar son:

- Oxidasa
- Catalasa
- Ureasa
- Gram negativo

4.4.3.2 Oxidasa

Para la prueba de oxidasa se realizó mediante un reactivo en forma de tira que una vez en contacto con la bacteria se tiñe de rosa.



Figura N° 70 Tira de Prueba para Oxidasa

Fuente. Propia

4.4.3.3 Catalasa

La prueba de la catalasa se realiza colocando agua oxigenada en un porta objeto y se toma una colonia de la bacteria y se disuelve en el agua oxigenada, si esta empieza a toar un color blanco diremos que la prueba de catalasa es positiva.



Figura N° 71: Prueba de Catalasa Positiva

Fuente. Propia

4.4.3.4 Ureasa.

Esta prueba es la más importante para la comprobación de *Helicobacter pylori*, consiste en preparar un medio llamado caldo urea, en tubos de ensayo, posteriormente se coloca una colonia de la bacteria y se deja en incubación a 37°C por un día y si el caldo se torna de un color morado es que existe la presencia de *Helicobacter pylori*, en nuestra investigación obtuvimos la prueba de ureasa positiva.



Figura N° 72: Prueba de Ureasa Positiva y Negativa

Fuente. Propia

4.4.3.5 Coloración Gram Negativo

La prueba Gram negativo es para verificar que la bacteria entra en esa clasificación, esta se realiza utilizando un porta objetos y colocando violeta genciana y luego observando en el microscopio, cuando la bacteria es Gram negativa tiene una coloración rosada.



Figura N° 73: Coloración de una bacteria Gram Negativa

Fuente. Propia

Una vez realizadas estas pruebas y verificadas de forma positiva podemos afirmar que aislamos la bacteria *Helicobacter Pylori*.

Para cuantificar nuestra investigación utilizamos el tipo de siembra por disolución, el cual se aplica después del aislamiento de la bacteria.

Para este método utilizaremos 5 tubos de ensayo con agua destilada estéril, tomaremos una colonia de nuestra placa Petri con crecimiento de la Bacteria *Helicobacter Pylori* seguidamente la diluimos en uno de los tubos de ensayos el cual será nuestra muestra madre que tendrá una turbidez del 0.5 en la escala de Macfarlán, posteriormente tomaremos 1ml y procedemos a verter en el segundo tubo de ensayo el cual lo denominaremos 10^{-1} , de nuestra dilución 10^{-1} tomaremos 1ml y lo colocamos en el tercer tubo de ensayo el cual denominamos 10^{-2} y así proseguimos sucesivamente hasta llegar a una dilución de 10^{-3} .



Figura N° 74: Escala de Macfarlán 0.5

Fuente. Propia



Figura N° 75: Método de Disolución de 10^{-1} a 10^{-3}

Fuente. Propia



Figura N° 76: Aplicación del método de disolución

Fuente. Propia



Figura N° 77: Siembra en el medio de cultivo

Fuente. Propia

Seguidamente empezamos con la inoculación en los medios de cultivo tomando 0.1ml de cada una de las disoluciones y sembrando en 4 placas con medio de cultivo las cuales denominamos 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} .



Figura N° 78: Medios de Cultivos Inoculados

Fuente. Propia

Una vez inoculadas las placas están listas para la aplicación de nuestra investigación

4.5 Recolección de Datos.

En la bacteria Escherichia Coli se comenzó a trabajar con la investigación desde el 12 de Julio del 2014 en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón, utilizando los diferentes tipos de siembra con la bacteria para la cuantificación y los de aplicación de las frecuencias en los cultivos.

4.5.1 Pruebas Cualitativas.

Esta prueba es el inicio de nuestra investigación; con la bacteria ya aislada procedemos con la siembra por el método estriado tomando una colonia de las bacterias aisladas y posteriormente con la aplicación de nuestro dispositivo por el método capacitivo (Campos Eléctricos) y con los tres tipos de ondas (sinusoidal, cuadrada y triangular), a un tiempo de siete minutos como mostramos en la siguiente tabla.

Tabla N° 12: Prueba piloto cualitativa realizada en el Hospital Regional Manuel Nuñez Butrón

N°	Forma de Onda			Tiempo	Método de Siembra	Bacteria	Método de Aplicación		Frecuencia
	Cuadrada	Triangular	Sinusoidal				Capacitor	Bobina	
1	x			7min	Por Estrías	E.Coli	x		100Hz
2		x		7min	Por Estrías	E.Coli	x		100Hz
3			x	7min	Por Estrías	E.Coli	x		100Hz
4	x			7min	Por Estrías	E.Coli	x		500Hz
5		x		7min	Por Estrías	E.Coli	x		500Hz
6			x	7min	Por Estrías	E.Coli	x		500Hz
7	x			7min	Por Estrías	E.Coli	x		1Khz
8			Control		Por Estrías	E.Coli			

Fuente: Propia

En nuestra tabla 12 observamos que se aplicaron los tres tipos diferentes de onda la triangular y sinusoidal con dos frecuencias 100 y 500Hz y la cuadrada con tres frecuencias diferentes 100 Hz, 500 Hz, y 1Khz, los resultado obtenidos en esta prueba son del tipo cualitativo, ya que solo se observó si existía diferencia entre la muestra de control con las del tratamiento.



Figura N° 79: Prueba Cualitativa Escherichia Coli

Fuente. Propia

Como se observa en la figura tenemos una muestra de control (1), con una de tratamiento (2) de las cuales no se expresa ninguna diferencia cualitativa, pero se obtuvo información de que el crecimiento fue más acelerado de lo normal que realiza el Escherichia Coli, con un desarrollo a las 6 horas de sembrada la bacteria, la información fue proporcionada por la Dr(a). Nira Huanca Yapo, Jefa del Área de Microbiología del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón.

4.5.2 Pruebas Microscópicas.

Mediante estas pruebas veremos como las frecuencias actúan sobre la bacteria, para ello realizamos una muestra para observarla por microscopio, esta prueba es cualitativa ya que no se puede lograr cuantificar por este método la bacteria.

Tomando un porta objetos y colocando sobre el una gota de suero fisiológico, luego tomamos una muestra de una colonia de la bacteria aislada y la diluimos en la gota de suero fisiológico del porta objetos y posteriormente lo vemos por el microscopio.



Figura N° 80: Suero fisiológico en el porta objetos.

Fuente. Propia

Nuestras tomas de muestra nos arrojaron los siguientes datos.

Tabla N° 13: Datos de las tomas de muestra cualitativas microscópicas

N°	Forma de onda			Tiempo (Min)	Método de siembra	Bacteria	Método de aplicación		Frecuencia
	Cuadrada	Triangular	Sinusoidal				Capacitor	Bobina	
1	x			7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
2		x		7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
3			x	7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
4	x			7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
5		x		7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
6			x	7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
7	x			15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
8		x		15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
9			x	15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
10	x			7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
11		x		7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
12			x	7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
13	x			15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
14		x		15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
15			x	15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
16	x			7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
17		x		7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
18			x	7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
19	x			15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
20		x		15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
21			x	15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz

Fuente. Propia



Figura N° 81: Disolviendo la bacteria en el suero fisiológico del porta objetos

Fuente. Propia

Nuestros datos lo dividiremos en dos grupos por los tiempos empleados que serán de 7 y 15 minutos

4.5.2.1 Datos con tiempo de 7 minutos.

Los resultados que obtuvimos con este tiempo variaron de acuerdo a la frecuencia las cuales fueron de 250, 300, 350 y 370 KHz y explicaremos para cada una de estas frecuencias los resultados adquiridos.

Se procedió a tomar 3 muestras una para cada tipo de onda y para cada frecuencia, antes de la aplicación se verifico la movilidad de la bacteria *Escherichia Coli*.

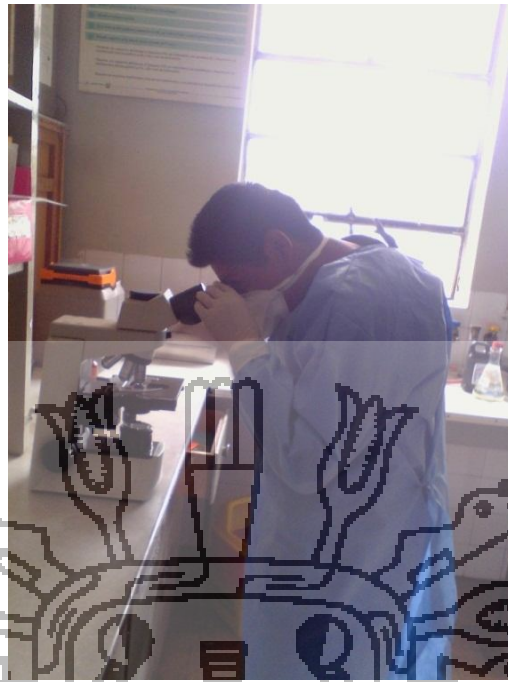


Figura N° 82. Observando la movilidad del Escherichia Coli

Fuente. Propia

Seguidamente se aplicó el generador de funciones como se muestra en la tabla siguiente.

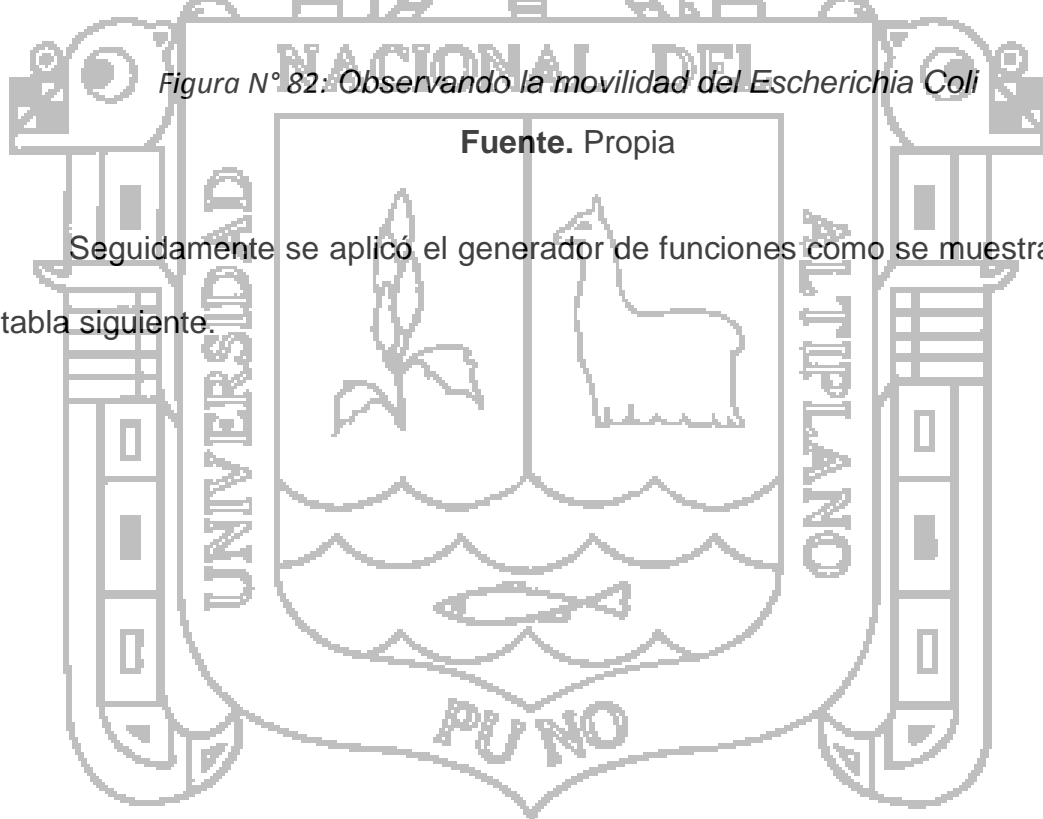


Tabla N° 14: Muestras Cualitativas Microscópicas del tratamiento a 7 minutos

N°	Forma de onda			Tiempo (Min)	Método de siembra	bacteria	Método de aplicación		Frecuencia
	Cuadrada	Triangular	Sinusoidal				Capacitor	Bobina	
1	x			7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
2		x		7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
3			x	7	Microscopio	E.Coli	x		250khz
4	x			7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
5		x		7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
6			x	7	Microscopio	E.Coli	x		300khz
7	x			7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
8		x		7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
9			x	7	Microscopio	E.Coli		x	350khz
10	x			7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
11		x		7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
12			x	7	Microscopio	E.Coli		x	370 khz

Fuente. Propia

Luego aplicamos el tratamiento de las frecuencias por medio del Campo eléctrico para las frecuencias de 250 y 300 KHz y el Campo Electromagnético para las frecuencias de 350 y 370 KHz.

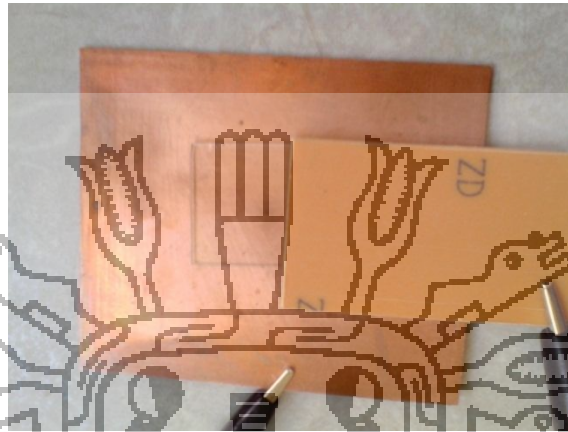


Figura N° 83: Aplicación del generador de funciones a un tiempo de 7 min

Fuente. Propia

Posterior al tratamiento aplicado por nuestro dispositivo verificamos en el microscopio el efecto causado por las frecuencias y los resultados fueron los siguientes.

Para la Onda cuadrada se observó que existió reducción de movimiento para la frecuencia de 250 KHz y para las frecuencias de 300, 350 y 370 KHz se obtuvo la reducción de movimiento y muerte, siendo mayor el número de bacterias muertas en la frecuencia de 370 KHz.

En la Onda sinusoidal se observó que para las frecuencias de 250 y 300 KHz no se generó cambio alguno, y para las frecuencias de 350 y 370 KHz se obtuvo reducción de movimiento.

En la onda Triangular para las cuatro frecuencias no se obtuvo cambio alguno.



Figura N° 84: Verificación de los resultados

Fuente. Propia

4.5.2.2 Datos con tiempo de 15 minutos.

Los resultados que obtuvimos con este tiempo variaron de acuerdo a la frecuencia las cuales fueron de 300, 350 y 370 KHz y explicaremos para cada una de estas frecuencias los resultados adquiridos.

Se procedió a tomar 3 muestras una para cada tipo de onda y para cada frecuencia, antes de la aplicación se verifico la movilidad de la bacteria *Escherichia Coli*.



Figura N° 85: Observando la movilidad del Escherichia Coli

Fuente. Propia

Seguidamente se aplicó el generador de funciones como se muestra en la tabla siguiente.



Tabla N° 15: Muestras Cualitativas Microscópicas del tratamiento a 15 minutos

N°	Forma de onda			Tiempo (Min)	Método de siembra	Bacteria	Método de aplicación		Frecuencia
	Cuadrada	Triangular	Sinusoidal				Capacitor	Bobina	
1	x			15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
2		x		15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
3			x	15	Microscopio	E.Coli	x		300khz
4	x			15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
5		x		15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
6			x	15	Microscopio	E.Coli		x	350khz
7	x			15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
8		x		15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz
9			x	15	Microscopio	E.Coli		x	370 khz

Fuente. Propia

Luego aplicamos el tratamiento de las frecuencias por medio del Campo eléctrico para las frecuencias de 300 KHZ y el Campo Electromagnético para las frecuencias de 350 y 370 KHZ.



Figura N° 86: Aplicación del generador de funciones a un tiempo de 15 min

Fuente. Propia

Posterior al tratamiento aplicado por nuestro dispositivo verificamos en el microscopio el efecto causado por las frecuencias y los resultados fueron los siguientes.

Para la onda cuadrada se observó que existió reducción de movimiento y muerte para las frecuencias de 300 y 350Khz y para la frecuencia de 370Khz se obtuvo la reducción de movimiento, muerte y eliminación de la bacteria.

En la Onda sinusoidal se observó que para las frecuencias de 300 y 350Khz se generó reducción del movimiento y para la frecuencia de 370Khz se obtuvo reducción de movimiento y muerte leve.

En la onda Triangular para las frecuencias de 300 y 350Khz no se observó cambio alguno y en la de 370Khz se obtuvo reducción del movimiento.



Figura N° 87: Verificación de los resultados

Fuente. Propia

4.5.3 Pruebas Cuantitativas.

Para la demostración de nuestro proyecto necesitamos cuantificarlo para ello tomaremos las muestras cuantitativas las cuales se lograron mediante el método de siembra por disolución.



Figura N° 88: Método de disolución

Fuente. Propia

Tomaremos las medidas de las diferentes ondas y realizaremos la prueba de hipótesis con nuestros datos cuantitativos:

4.6 Prueba de Hipótesis

Por medio de la prueba de hipótesis, la estadística proporciona procedimientos óptimos para decidir la aceptación o el rechazo de afirmaciones o hipótesis acerca de la población en estudio (Javier gorgas, Estadística básica).

4.6.1 Método de muestreo no probabilístico.

El método utilizado para nuestra investigación es el de muestreo no probabilístico intencional o de conveniencia. Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas".

Ahora comprobaremos las hipótesis para cada Bacteria y diferente tipo de onda.

4.6.2 Bacteria Escherichia Coli

4.6.2.1 Onda Cuadrada.

Utilizamos 9 frecuencias y en las cuales podemos apreciar la reducción en la columna del porcentaje.

Tabla N° 16: Datos de Onda Cuadrada en la Bacteria Escherichia Coli

Onda Cuadrada					
N°	Fecha	Frecuencia	Tratamiento.	Control	% de muertes
1	15/07/2014	1khz	204	217	6.0
2	15/07/2014	5khz	201	217	7.4
3	19/07/2014	100Khz	267	296	9.8
4	19/07/2014	150Khz	263	296	11.1
5	24/07/2014	250Khz	149	342	56.4
6	26/07/2014	300Khz	127	417	69.5
7	22/08/2014	350khz	129	437	70.5
8	06/09/2014	370Khz	153	549	72.1
9	15/09/2014	370Khz	175	560	68.8
10	04/10/2014	400Khz	184	600	69.3
11	15/10/2014	400Khz	0	517	100.0
12	27/10/2014	400Khz	0	483	100.0
13	01/11/2014	400Khz	0	538	100.0

Fuente. Propia

Para la utilización del T-Student necesitamos primero definir nuestro Porcentaje de error que estamos dispuestos a aceptar el cual será del 1% entonces decimos

$$\alpha = 1\% = 0.01$$

Luego comprobaremos que nuestras variables Tratamiento, Control pasen por las pruebas de normalidad, que tiene una hipótesis nula y una hipótesis alterna las cuales son:

H_0 = Los datos provienen de una distribución normal

Sig. $\geq \alpha$

H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal

Sig. $< \alpha$

Para muestras menores de 30 se utiliza la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk el cual en nuestra investigación lo hallamos gracias el software SPSS y nos dio como resultado la siguiente tabla.

Tabla N° 17: Prueba de normalidad para los datos de la Onda Cuadrada

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadí.	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento	0,175	13	0,200	0,876	13	0,063
Control	0,186	13	0,200	0,876	13	0,063

Fuente. Programa estadístico SPSS

El resultado de la prueba de Shapiro-Wilk la podemos observar en la columna Sig. El cual analizándolo con las hipótesis de normalidad diremos que

Tratamiento = Sig. $\geq \alpha = 0.063 > 0.01$

Control = Sig. $\geq \alpha = 0.063 > 0.01$

Por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y concluimos que “Los datos de nuestras variables provienen de una distribución normal”.

Una vez comprobada la normalidad pasamos a la prueba de T-Student, la cual la obtuvimos mediante el programa SPSS teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N° 18: Estadísticos de muestras relacionadas para onda cuadrada

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Control	436,08	13	135,688	37,633
Tratamiento	150,1538	13	96,62457	26,79883

Fuente. Programa estadístico SPSS

En la tabla de estadísticos de muestras relacionadas vemos la diferencia de las medianas entre el la variable Control y la de Tratamiento.

Tabla N° 19: Prueba de muestras relacionadas para onda cuadrada

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Control - Tratamiento	285,92	198,43	55,036	117,81	454,03	5,195	12	0,000

Fuente. Programa estadístico SPSS

En nuestra tabla de prueba de muestras relacionadas tenemos los valores que nos indicaran si nuestra hipótesis nula de la investigación deberá ser aceptada o rechazada, para que la hipótesis nula sea aceptada la significancia bilateral o valor P deberá ser mayor a el porcentaje de error que estamos dispuesto a aceptar (α).

Tomando los valores de nuestra tabla tenemos:

$$T = 5,195$$

$$P = 0,000$$

Evaluando nuestra Significancia Bilateral decimos que

$$(P < \alpha) = (0.00 < 0.01)$$

4.6.2.1.1 Resultado.

Analizando los valores que tenemos los cuales son la media (\bar{X}), la desviación estándar (σ), la t – Student (t) y la significancia bilateral (P) como se muestra en la tabla 20, podemos concluir que

Tabla N° 20: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada

Variables Estadística	Placas de Control	Placas de Tratamiento
\bar{X}	436,08	150,1538
σ	135,688	96,62457
t	5,195	5,195
P	0,000	0,000

Fuente. Programa estadístico SPSS

Entonces como nuestro valor P es menor que α concluimos en rechazar nuestra hipótesis nula por consiguiente **concluimos** que:

“Nuestro prototipo eliminara más del 60 % de la bacteria Escherichia Coli en los cultivos de cepas por medio de frecuencias, con la forma de onda cuadrada”

4.6.2.2 Onda Sinusoidal.

Utilizamos 8 frecuencias y en las cuales podemos apreciar la reducción en la columna del porcentaje, pero menor que el de la onda cuadrada.

Tabla N° 21: Datos de Onda Sinusoidal en la Bacteria Escherichia Coli

Onda Sinusoidal					
N°	Fecha	Frecuencia	Tratamiento	Control	% de muertes
1	15/07/2014	1khz	231	217	-6.5
2	15/07/2014	5khz	203	215	5.6
3	19/07/2014	100Khz	290	296	2.0
4	19/07/2014	150Khz	284	296	4.1
5	24/07/2014	250Khz	205	342	40.1
6	26/07/2014	300Khz	311	417	25.4
7	22/08/2014	350khz	277	437	36.6
8	06/09/2014	370Khz	414	549	24.6
9	15/09/2014	370Khz	301	560	46.3

Fuente. Propia

Nuestro Porcentaje de error que estamos dispuestos a aceptar será del 1% entonces decimos

$$\alpha = 1\% = 0.01$$

Ahora comprobaremos la prueba de normalidad en la forma de onda sinusoidal.

Tabla N° 22: Prueba de normalidad para los datos de la Onda Sinusoidal

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento	0,202	9	0,200*	0,902	9	0,265
Control	0,160	9	0,200*	0,915	9	0,354

Fuente. Programa estadístico SPSS

El resultado de la prueba de Shapiro-Wilk la podemos observar en la columna Sig. El cual analizándolo con las hipótesis de normalidad diremos que

$$\text{Tratamiento} = \text{Sig.} \geq \alpha = 0.265 > 0.01$$

$$\text{Control} = \text{Sig.} \geq \alpha = 0.354 > 0.01$$

Por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y concluimos que “Los datos de nuestras variables provienen de una distribución normal”.

Una vez comprobada la normalidad pasamos a la prueba de T-Student, la cual la obtuvimos mediante el programa SPSS teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N° 23: Estadísticos de muestras relacionadas para la onda sinusoidal

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Control	369,89	9	129,426	43,142
Tratamiento	279,5556	9	64,64927	21,54976

Fuente. Programa estadístico SPSS

En la tabla de estadísticos de muestras relacionadas vemos la diferencia de las medianas entre el la variable Control y la de Tratamiento.

Tabla N° 24: Prueba de muestras relacionadas para la onda sinusoidal

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Control - Tratamiento	90,33	92,19	30,73	-12,78	193,44	2,94	8	0,019

Fuente. Programa estadístico SPSS

En nuestra tabla de prueba de muestras relacionadas tenemos los valores que nos indicaran si nuestra hipótesis nula de la investigación deberá ser aceptada o rechazada, para que la hipótesis nula sea aceptada la significancia bilateral o valor P deberá ser mayor a el porcentaje de error que estamos dispuesto a aceptar (α).

Tomando los valores de nuestra tabla tenemos:

$$T = 2,940$$

$$P = 0.019$$

Evaluando nuestra Significancia Bilateral decimos que

$$(P > \alpha) = (0.019 > 0.010)$$

4.6.2.2.1 Resultado.

Analizando los valores que tenemos los cuales son la media (\bar{X}), la desviación estándar (σ), la t – Student (t) y la significancia bilateral (P) como se muestra en la tabla 25, podemos concluir que

Tabla N° 25: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada

Variables Estadística	Placas de Control	Placas de Tratamiento
\bar{X}	369,89	279,5556
σ	129,426	64,64927
t	2,940	2,940
P	0.019	0.019

Fuente. Programa estadístico SPSS

Entonces como nuestro valor P es mayor que α concluimos en aceptar nuestra hipótesis nula por consiguiente **concluimos** que:

“Nuestro prototipo no eliminara más del 60 % de la bacteria Escherichia Coli en los cultivos de cepas por medio de frecuencias, con la forma de onda Sinusoidal”

4.6.2.3 Onda Triangular.

Utilizamos 8 frecuencias, podemos apreciar que la disminución es mínima a comparación de las ondas cuadrada y sinusoidal.

Tabla N° 26 Datos de Onda Triangular en la Bacteria Escherichia Coli

Onda Triangular					
N°	Fecha	Frecuencia	Tratamiento	Control	% de muertes
1	15/07/2014	1khz	223	217	-2.8
2	15/07/2014	5khz	213	217	1.8
3	19/07/2014	100Khz	300	296	-1.4
4	19/07/2014	150Khz	297	296	-0.3
5	24/07/2014	250Khz	327	342	4.4
6	26/07/2014	300Khz	402	417	3.6
7	22/08/2014	350khz	415	437	5.0
8	15/09/2014	370Khz	533	560	4.8

Fuente. Propia

Nuestro Porcentaje de error que estamos dispuestos a aceptar será del 1% entonces decimos

$$\alpha = 1\% = 0.01$$

Ahora comprobaremos la prueba de normalidad en la forma de onda triangular.

Tabla N° 27 Prueba de Normalidad para los datos de la onda triangular

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento	0,169	8	0,200	0,939	8	0,597
Control	0,170	8	0,200	0,930	8	0,513

Fuente. Programa estadístico SPSS

El resultado de la prueba de Shapiro-Wilk la podemos observar en la columna Sig. El cual analizándolo con las hipótesis de normalidad diremos que

$$\text{Tratamiento} = \text{Sig.} \geq \alpha = 0.597 > 0.01$$

$$\text{Control} = \text{Sig.} \geq \alpha = 0.513 > 0.01$$

Por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y concluimos que “Los datos de nuestras variables provienen de una distribución normal”.

Una vez comprobada la normalidad pasamos a la prueba de T-Student, la cual la obtuvimos mediante el programa SPSS teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N° 28: Estadísticos de muestras relacionadas para la onda triangular

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
	Control	347,75	8	117,954	41,703
	Tratamiento	338,7500	8	106,99900	37,82986

Fuente. Programa estadístico SPSS

En la tabla de estadísticos de muestras relacionadas vemos la diferencia de las medianas entre el la variable Control y la de Tratamiento.

Tabla N° 29 Prueba de T student de muestras relacionadas para la onda triangular

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilat eral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Control - Tratamiento	9,00	12,44	4,39	-6,39	-24,39	2,05	7	0,080

Fuente. Programa estadístico SPSS

En nuestra tabla de prueba de muestras relacionadas tenemos los valores que nos indicaran si nuestra hipótesis nula de la investigación deberá ser aceptada o rechazada, para que la hipótesis nula sea aceptada la significancia bilateral o valor P deberá ser mayor a el porcentaje de error que estamos dispuesto a aceptar (α).

Tomando los valores de nuestra tabla tenemos:

$$T = 2,046$$

$$P = 0.080$$

Evaluando nuestra Significancia Bilateral decimos que

$$(P > \alpha) = (0.080 > 0.010)$$

4.6.2.3.1 Resultado.

Analizando los valores que tenemos los cuales son la media (\bar{X}), la desviación estándar (σ), la t – Student (t) y la significancia bilateral (P) como se muestra en la tabla 30, podemos concluir que

Tabla N° 30: Resultados Estadísticos para la Onda Triangular

Variables Estadística	Placas de Control	Placas de Tratamiento
\bar{X}	347,75	338,7500
σ	117,954	106,99900
t	2,046	2,046
P	0.080	0.080

Fuente. Programa estadístico SPSS

Entonces como nuestro valor P es mayor que α concluimos en aceptar nuestra hipótesis nula por consiguiente **concluimos** que:

“Nuestro prototipo no eliminara más del 60 % de la bacteria Escherichia Coli en los cultivos de cepas por medio de frecuencias, con la forma de onda Triangular”

4.6.3 Bacteria Helicobacter Pylori.

Entonces analizadas los tres tipos de onda en la bacteria Escherichia Coli, podemos observar que la función de onda cuadrada es la única que logra satisfacer a la investigación por consiguiente en la bacteria Helicobacter pylori únicamente aplicaremos la función de onda cuadrada con las frecuencias más altas.

4.6.3.1 Onda Cuadrada.

Utilizamos únicamente 2 frecuencias y en las cuales podemos apreciar la reducción en la columna del porcentaje.

Tabla N° 31: Datos de Onda Cuadrada en la Bacteria Helicobacter Pylori

Onda Cuadrada					
N°	Fecha	Frecuencia	Tratamiento	Control	% de muertes
1	30/09/2014	370Khz	287	678	57.7
2	30/09/2014	370Khz	183	578	68.3
3	21/10/2014	400Khz	8	812	99.0
4	21/10/2014	400Khz	0	1500	100.0
5	28/10/2014	400Khz	0	1245	100.0
6	04/11/2014	400Khz	0	1387	100.0

Fuente. Propia

Para la utilización del T-Student necesitamos primero definir nuestro Porcentaje de error que estamos dispuestos aceptar el cual será del 1% entonces decimos

$$\alpha = 1\% = 0.01$$

Se vio por conveniente utilizar este porcentaje de error ya que nuestra investigación es del área de bioingeniería y tiene que existir mayor precisión.

Luego comprobaremos que nuestras variables Tratamiento, Control pasen por las pruebas de normalidad, que tiene una hipótesis nula y una hipótesis alterna las cuales son:

H_0 = Los datos provienen de una distribución normal

Sig. $\geq \alpha$

H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal

Sig. $< \alpha$

Para muestras menores de 30 se utiliza la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk el cual en nuestra investigación lo hallamos gracias el software SPSS y no dio como resultado la siguiente tabla.

Tabla N° 32: Prueba de normalidad para Onda Cuadrada en el Helicobacter Pylori

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento	0,384	6	0,006	0,719	6	0,010
Control	0,214	6	0,200*	0,895	6	0,343

Fuente. Programa estadístico SPSS

El resultado de la prueba de Shapiro-Wilk la podemos observar en la columna Sig. El cual analizándolo con las hipótesis de normalidad diremos que

Tratamiento = Sig. $\geq \alpha = 0.01 \geq 0.01$

Control = Sig. $\geq \alpha = 0.343 > 0.01$

Por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y concluimos que “Los datos de nuestras variables provienen de una distribución normal”.

Una vez comprobada la normalidad pasamos a la prueba de T-Student, la cual la obtuvimos mediante el programa SPSS teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N° 33: Estadísticos de muestras relacionadas de onda cuadrada para HP

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Control	1033,3333	6	392,48932	160,23309
Tratamiento	79,6667	6	124,77286	50,93831

Fuente. Programa estadístico SPSS

En la tabla estadísticos de muestras relacionadas vemos la diferencia de las medianas entre las variable Control y Tratamiento.

Tabla N° 34 : Prueba de t student en las muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Control - Tratamiento	953,67	494,42	201,84	139,80	1767,53	4,73	5	0,005

Fuente. Programa estadístico SPSS

En nuestra tabla de prueba de muestras relacionadas tenemos los valores que nos indicaran si nuestra hipótesis nula de la investigación deberá ser aceptada o rechazada, para que la hipótesis nula sea aceptada la significancia bilateral o valor P deberá ser mayor a el porcentaje de error que estamos dispuesto a aceptar (α).

Tomando los valores de nuestra tabla tenemos:

$$T = 4,725$$

$$P = 0.005$$

Evaluando nuestra Significancia Bilateral decimos que

$$(P < \alpha) = (0.005 < 0.01)$$

4.6.3.1.1 Resultado.

Analizando los valores que tenemos los cuales son la media (\bar{X}), la desviación estándar (σ), la t – Student (t) y la significancia bilateral (P) como se muestra en la tabla 35, podemos concluir que

Tabla N° 35: Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada

Variables Estadística	Placas de Control	Placas de Tratamiento
\bar{X}	1033,3333	79,6667
σ	392,48932	124,77286
t	4,725	4,725
P	0.005	0.005

Fuente. Programa estadístico SPSS

Entonces como nuestro valor P es menor que α concluimos en rechazar nuestra hipótesis nula por consiguiente **concluimos** que:

“Nuestro prototipo eliminara más del 60 % de la bacteria *Helicobacter Pylori* en los cultivos de cepas por medio de frecuencias”.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El prototipo elaborado de emisión de frecuencia con tipo de onda cuadrada, triangular y sinusoidal permitió la eliminación de la bacteria *Helicobacter – Pylori*.

SEGUNDA: Se determinó la frecuencia resonante de la Bacteria *Helicobacter - Pylori* que está entre los valores de 370KHz a 400 KHz

TERCERA: El prototipo generador de señales de Onda Cuadrada, Triangular y Sinusoidal, permitió eliminar la bacteria *Helicobacter Pylori*, en el cual se obtuvo mejores resultados en la emisión de frecuencias por onda cuadrada siendo un porcentaje del 100%

CUARTO: Se realizó la preparación de los medios de cultivo de la bacteria *Helicobacter Pylori*, en un ambiente y con medidas de seguridad y protección adecuadas, así mismo con profesionales capacitados.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

PRIMERA: Se recomienda investigar diferentes virus, bacterias que pudieran ser eliminadas por el prototipo diseñado.

SEGUNDA: Se recomienda que para una buena recopilación de datos, se utilice diferentes medios como: hojas de cálculo, toma de imágenes y grabaciones.

TERCERA: Se recomienda que al desarrollar un prototipo es necesario seguir un proceso de plan de trabajo de actividades, ordenadas y cumplir con los objetivos.

CUARTA: Se recomienda que al realizar los cultivos de cepas cuenten con un ambiente adecuado y con medidas de protección necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Alipov, Y. D. (1994). Systemic reaction of Escherichia coli cells to weak electromagnetic fields of extremely low frequency. *Bioelectrochemistry*.
- Antonov, O. (1997). The destruction of microscopic organisms by their irradiation with a special form of UHF electromagnetic signals. *Izv Akad Nauk Ser.*
- BELTRÁN, D. C. (n.d.). <http://electromagnetismo2010a.wikispaces.com/>. Retrieved 12 06, 2014, from <http://electromagnetismo2010a.wikispaces.com/file/view/ESPECTRO+ELECTROMAGNETICO.pdf/139152159/ESPECTRO+ELECTROMAGNETICO.pdf>
- Burbano, S. (2010). *Física general*. Mexico: Tebar.
- Cancer, I. N. (2013). *Helicobacter Pylori y el Cancer*. Estados Unidos: JAMA.
- Carranza, R. C. (2010). *Manual de Procedimientos de Bioseguridad*. Mexico.
- Carroll, G. B. (2010). *Microbiología Medica*. Mexico: McGraw-Hill.
- Charaja. (2004). *Metodología de la Investigación Científica*. Mexico: Pearson.
- D.Kirson, E. (2004). *Interrupcion de la replicacion de celulas cancerosas por la accion de campos electricos alternos*. EE.UU.
- Dávila, M. A. (2003). *Técnicas Estadísticas Paramétricas y No Paramétricas Equivalentes: Resultados Comparativos Por Simulación*. Guayaquil: Tesis.
- Dihel, L. (1985). Effects of an extremely low frequency electromagnetic field on the cell division rate and plasma membrane of Paramecium tetraurelia. *Bioelectromagnetics*.
- Exar. (2011). Generador de Funciones. *XR 2206*, 32.
- Finn, M. A. (1991). *Física Mecánica*. Mexico: Fondo Educativo Interamericano.
- Gastroenterología, O. M. (2010, Agosto 01). Retrieved Noviembre 30, 2013, from Helicobacter pylori en los países en desarrollo: http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/helicobacter_pylori_en_los_paises_desarrollo.pdf
- Giancoli, D. C. (2008). *FISICA*. Mexico: Pearson.
- Gomez, M. (2007). Electromedicina. *Verde Mente*, 4.
- Halliday, R. R. (2001). *Física*. Mexico: Continental.
- Harley, L. P. (2002). *Microbiología*. España: McGraw-Hill.

- Hemmersbach, R. (1997). Influence of extremely low frequency electromagnetic fields on the swimming behavior of ciliates. *Bioelectromagnetics*.
- Hugh d. Young, R. A. (2009). *Fisica Volumen 2*. Mexico: Pearson.
- Igor Ya. Belyaev, Y. D. (1997). Resonance Effect of Microwaves on the Genome Conformational State. *Cellular Biology*, 7.
- Industrias Exar. (2010). *XR 2206*. EE.UU: Exar.
- Kaneko, T. K. (1987). Influence of pulsing electromagnetic field on the frequency of sister-chromatid exchanges in cultured mammalian cells. *Experimentia*.
- Laboratorios Britania. (2010). *Agar Columbia*. Mexico.
- Marquillo, P. R. (2009). *Sistema De Biblioteca Virtual UNMSM*. Retrieved Noviembre 05, 2013, from http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/ruiz_mp/intro.pdf
- Martin, R. C. (1987). Low-level, magnetic-field-induced growth modification of *Bacillus subtilis*. *Bioelectromagnetics*.
- Martinko, M. M. (2009). *Aislamiento Microbiano*. Mexico: Pearson.
- Moron, J. (2011). *Señales y Sistemas*. Venezuela: Biblioteca Universidad Rafael Urdaneta.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2005). *Manual de Bioseguridad en Laboratorio*. Atlanta.
- Paul, T. (2000). *Fisica I*. Mexico: McGRAW HILL.
- Pothakamury U.R, B. B. (1993). Inactivación de microorganismos en alimentos usando campos magnéticos oscilantes. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 33.
- Ramos, D. A. (2010, Agosto 04). *Colegio Medico Del Perú*. Retrieved Noviembre 5, 2013, from Documentos - Libros libres - Cap12 *Helicobacter pylori*: http://www.cmp.org.pe/documentos/librosLibres/tsmi/Cap12_Helicobacter_pylori.pdf
- Raymond, S. (2001). *Fisica Volumen 2*. Mexico: McGraw-Hill.
- Resnick, D. H. (1999). *Fisica Volumen 2*. Mexico: Continental.
- Ripamonti, A. (1981). Effect of homogeneous magnetic fields on responses to toxic stimulation in *Spirostomum ambiguum*. *Bioelectromagnetics*.
- Rosen, A. R. (1990). Magnetic Field influence on *Paramecium* motility. *LifeSci*.
- Rosenthal, P. M. (2008). *Microbiología Medica*. España: Elsevier.
- Sampieri, R. (1991). *Metodología de la Investigacion*. Mexico: McGraw-Hill.
- Schlegel, H. (1997). *microbiología General*. Barcelona: Omega.

Serway, R. A. (1996). *Física Volumen I*. Mexico : McGraw-Hill.

Tejada, B. A. (2005). *BIOSEGURIDAD EN LABORATORIOS DE ENSAYO, BIOMÉDICOS Y CLÍNICOS*.
Peru: Ministerio de Salud.

Tipler, P. (1993). *Física II*. Mexico: Reverte.

Valdivia Retamozo, J. A. (1998, Marzo 20). *Biblioteca Virtual en Saude*. Retrieved Noviembre 05, 2013, from Hallazgos histológicos asociados a helicobacter pylori en pacientes atendidos en consulta externa del hospital del IPSS - Puno, junio - noviembre:
<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=240482&indexSearch=ID>

Young, H. D. (2009). *Física Universitaria*. Mexico: Pearson.





Anexo A: Constancia Toma De Muestras**CONSTANCIA TOMA DE MUESTRAS**

Por medio de la presente el **Dr. Gastroenterólogo - Endoscopista JESUS A. CACERES DIAZ** con **CMP. 19617** y **RNE. 13410** certifica los Bachilleres en Ingeniería Electrónica **Edgar Steven Soto Chirinos** y **Alcides Clever Huanca Coa**, realizaron la toma de muestras de biopsias en el establecimiento de SEGURO SOCIAL DE SALUD (ESSALUD) para su proyecto de tesis titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO ELIMINADOR DE LA BACTERIA HELICOBACTER PYLORI POR MEDIO DE FRECUENCIAS APLICADO A CULTIVOS DE CEPAS"**.

Se expide la presente a solicitud de los interesados, para los fines que crean convenientes.

Puno 14 de Octubre del 2014


Jesus A. Caceres Diaz
Gastroenterólogo
CMP. 19617 RNE. 13410
HOSPITAL H. ESSALUD PUNO

Anexo B: Constancia Trabajo En Laboratorio De Microbiología


Universidad Nacional del Altiplano - Puno
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia


CONSTANCIA

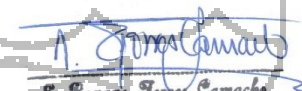
El Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia hace constar que:

Los Bachilleres **Edgar Steven Soto Chirinos y Alcides Clewer Huanca Coa**, con el asesoramiento del **Mg. V.Z. Oscar D. Orós Butrón** y la **Bióloga. Eliana Roxana Torres Camacho**, realizaron el aislamiento y purificación de *Helicobacter Pylori* para el proyecto de tesis intitulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELIMINADOR DE LA BACTERIA HELICOBACTER PYLORI POR MEDIO DE FRECUENCIAS APLICADO A CULTIVOS DE CEPAS”**

Se expide la presente a solicitud de los interesados para los fines que vean por conveniente.

Puno 28 de Octubre del 2014


 MVZ Oscar David Orós Butrón
 C.M.V. 3826
 e.c. Especialidad
 Laboratorio de Análisis Biológicos

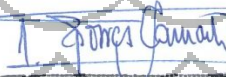

 E. Roxana Torres Camacho
 B. QUÍMICA
 B.F. 2946

Anexo C: Constancia De Eliminación Helicobacter Pylori**CONSTANCIA**

Por medio de la presente la **Bióloga con mención en Microbiología y Laboratorio Clínico Eliana Roxana Torres Camacho con C.B.F. 2940** hace constar que los Bachilleres en Ingeniería Electrónica **Edgar Steven Soto Chirinos** y **Alcides Clewer Huanca Coa**, ejecutores del proyecto de tesis intitulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO ELIMINADOR DE LA BACTERIA HELICOBACTER PYLORI POR MEDIO DE FRECUENCIAS APLICADO A CULTIVOS DE CEPAS"**, lograron la reducción de la bacteria Helicobacter Pylori por medio de la aplicación de frecuencias.

Se expide la presente a solicitud de los interesados, para los fines que crean convenientes.

Puno 28 de Octubre del 2014



E. Roxana Torres Camacho
BIOLOGA
C.B.F. 2940

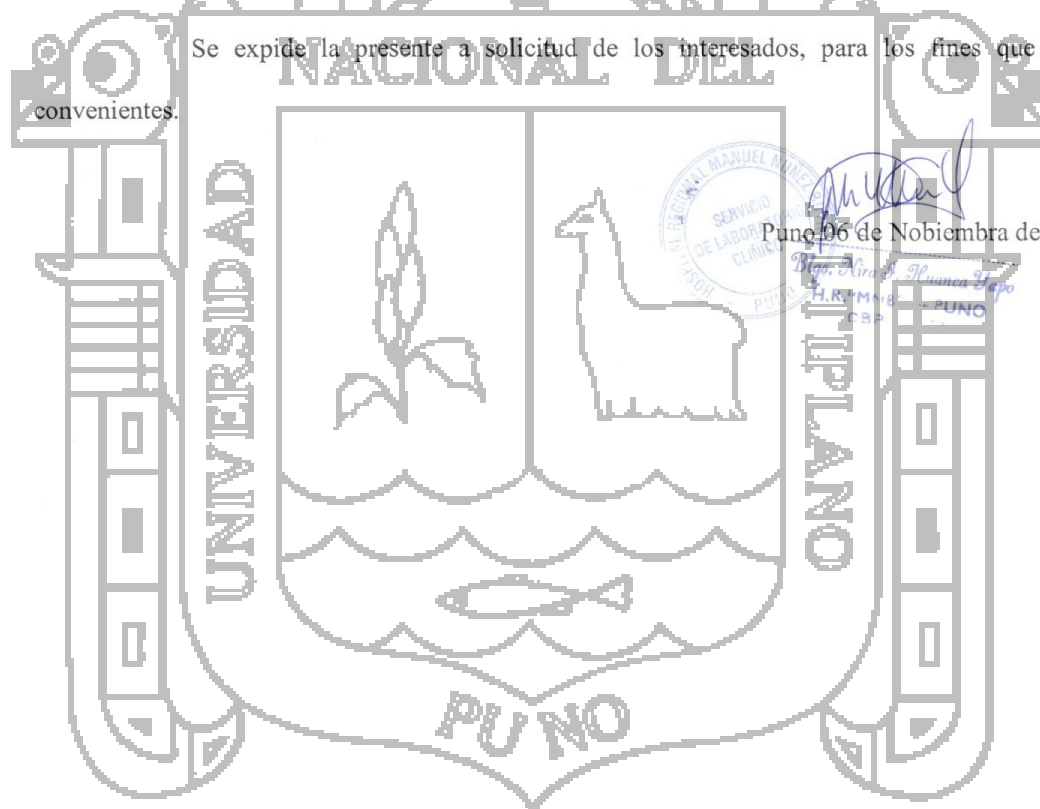
Anexo D: Constancia Del Aislamiento Y Eliminación De La Bacteria Escherichia Coli

CONSTANCIA

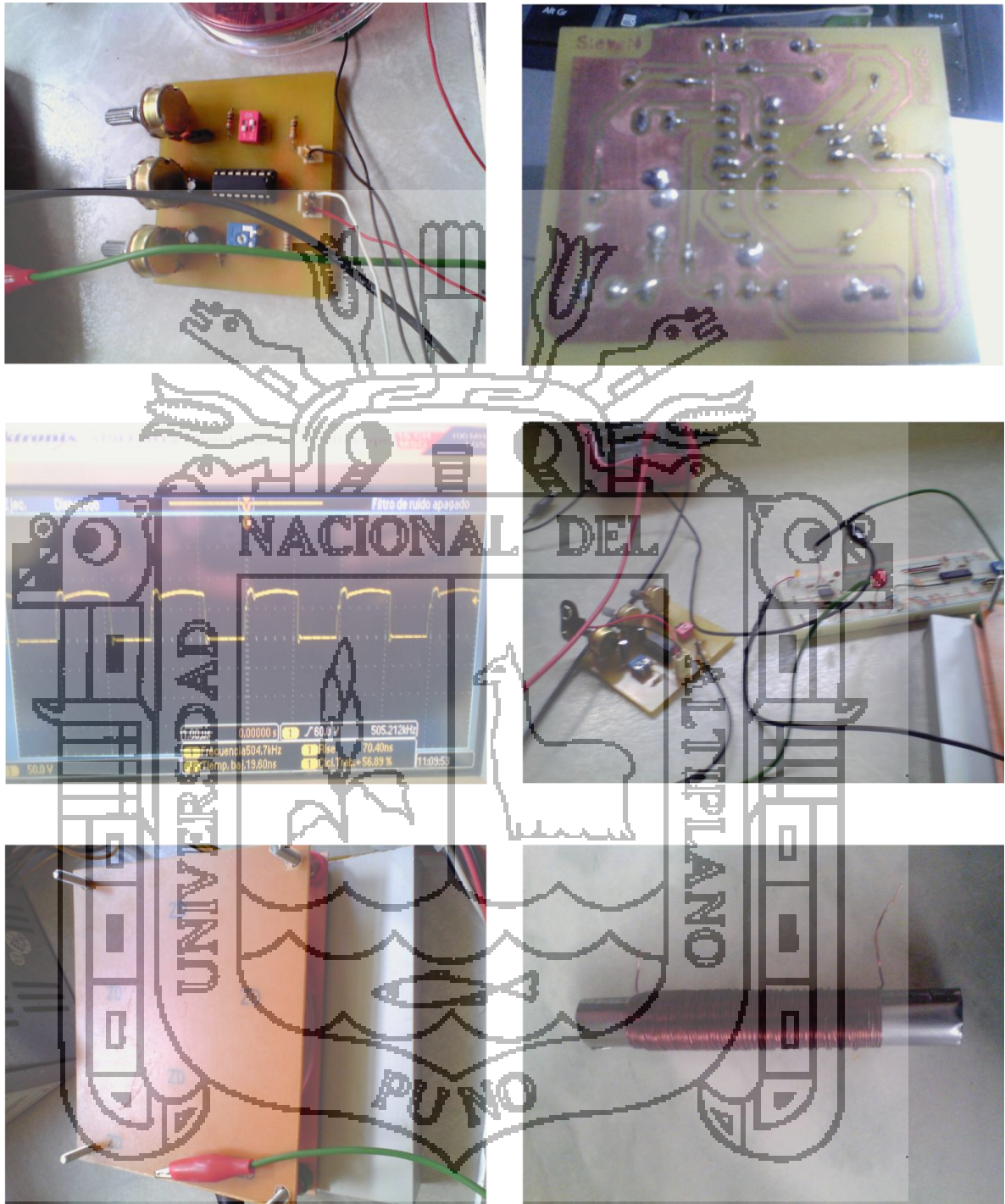
Por medio de la presente la **Dra. Nira Huanca Yapo** jefa del área de **Microbiología** del Hospital Regional Manuel Núñez Butrón hace constar que los Bachilleres en Ingeniería Electrónica **Edgar Steven Soto Chirinos** y **Alcides Clewer Huanca Coa**, realizaron el aislamiento y la aplicación de un método no invasivo para la eliminación de la bacteria **Escherichia Coli** por medio de frecuencia, desde el día 12/07/2014 hasta el 01/11/2014, dando como resultado la eliminación completa de dicha bacteria.

Se expide la presente a solicitud de los interesados, para los fines que crean convenientes.

Puno 06 de Noviembre del 2014



Anexo E: Calibración del Generador de Señales



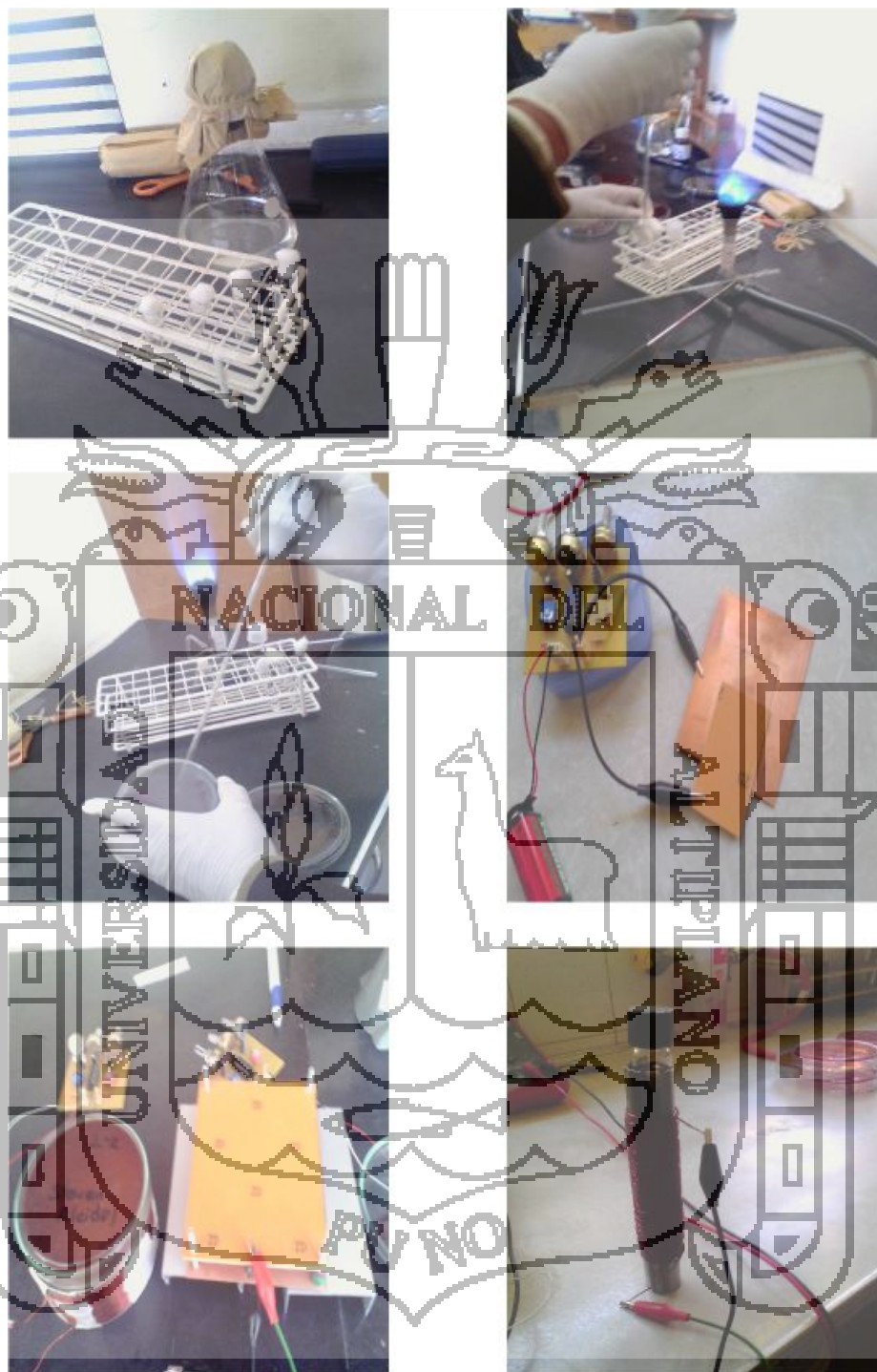
Fuente: Propia

Anexo F Preparación del Cultivo y Aislamiento de la Bacteria

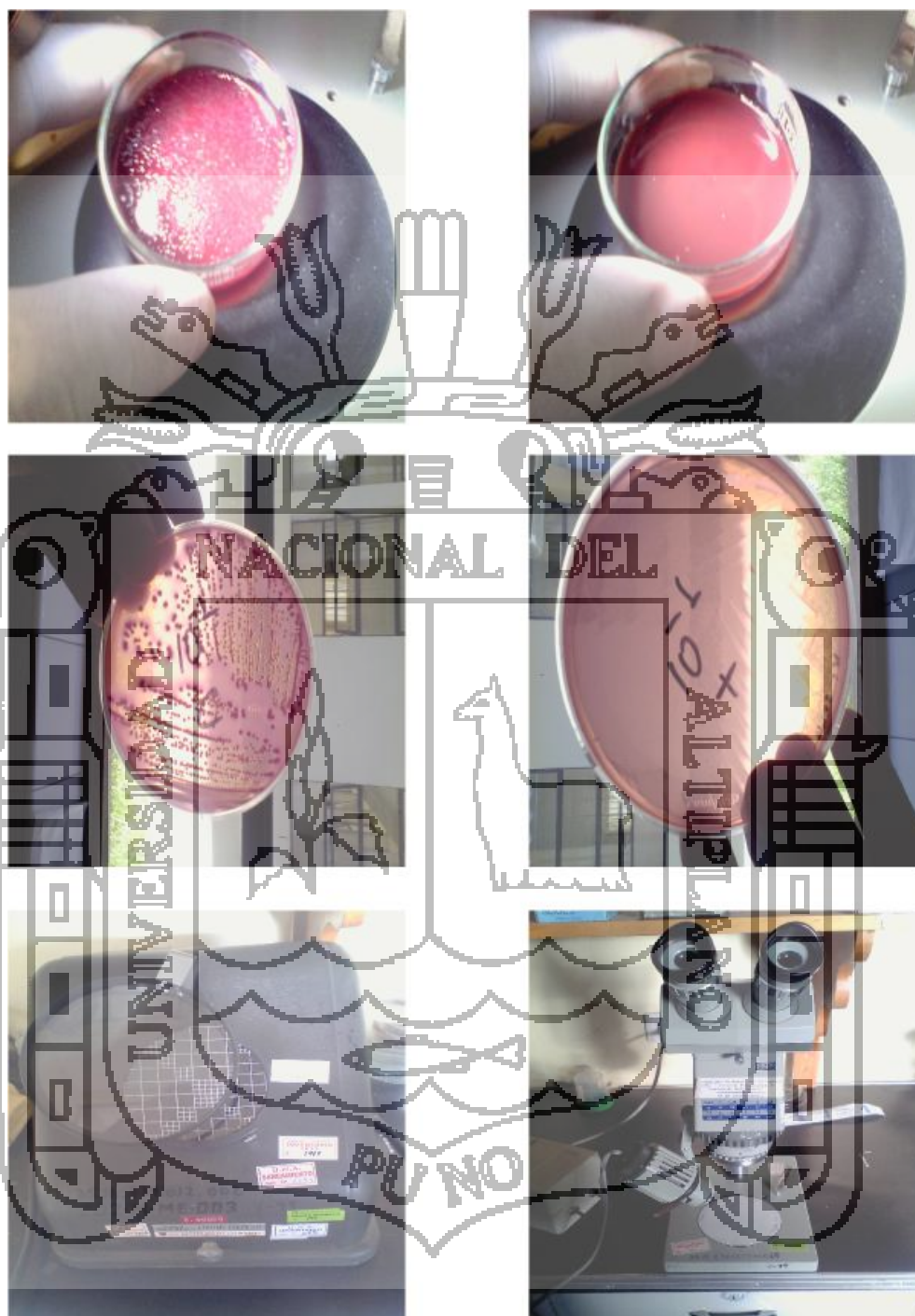


Fuente: Propia

Anexo G: Método de Disolución Para Cultivo y Aplicación de Frecuencias



Fuente: Propia

Anexo H: Conteo de Colonias del Helicobacter Pylori y Escherichia Coli e Instrumentos de Contar Colonias

Fuente: Propia

Anexo I: Datasheet XR-2206

XR-2206

Monolithic Function Generator



February 2008-8

FEATURES

- Low-Sine Wave Distortion, 0.5%, Typical
- Excellent Temperature Stability, 20ppm/°C, Typ.
- Wide Sweep Range, 2000:1, Typical
- Low-Supply Sensitivity, 0.01%V, Typ.
- Linear Amplitude Modulation
- TTL Compatible FSK Controls
- Wide Supply Range, 10V to 26V
- Adjustable Duty Cycle, 1% TO 99%

APPLICATIONS

- Waveform Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- V/F Conversion
- FSK Generation
- Phase-Locked Loops (VCO)

GENERAL DESCRIPTION

The XR-2206 is a monolithic function generator integrated circuit capable of producing high quality sine, square, triangle, ramp, and pulse waveforms of high stability and accuracy. The output waveforms can be both amplitude and frequency modulated by an external voltage. Frequency of operation can be selected externally over a range of 0.01Hz to more than 1MHz.

The circuit is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications requiring sinusoidal tone, AM, FM, or FSK generation. It has a typical drift specification of 20ppm/°C. The oscillator frequency can be linearly swept over a 2000:1 frequency range with an external control voltage, while maintaining low distortion.

ORDERING INFORMATION

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2206P	16 Lead 300 Mil PDIP	-40°C to +85°C
XR-2206CP	16 Lead 300 Mil PDIP	0°C to +70°C
XR-2206D	16 Lead 300 Mil JEDEC SOIC	0°C to +70°C

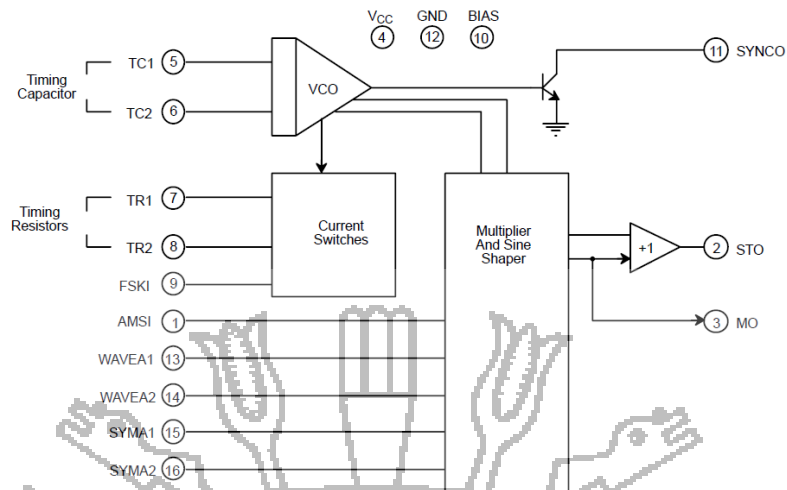
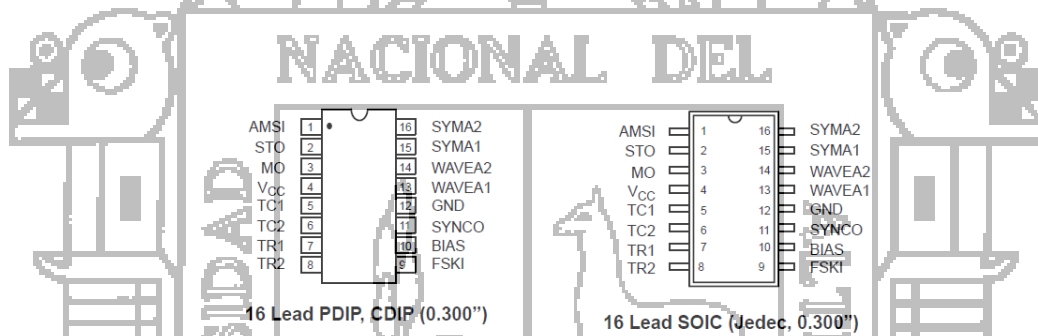


Figure 1. XR-2206 Block Diagram



PIN DESCRIPTION

Pin #	Symbol	Type	Description
1	AMSI	I	Amplitude Modulating Signal Input.
2	STO	O	Sine or Triangle Wave Output.
3	MO	O	Multiplier Output.
4	V _{cc}		Positive Power Supply.
5	TC1	I	Timing Capacitor Input.
6	TC2	I	Timing Capacitor Input.
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output.
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output.
9	FSKI	I	Frequency Shift Keying Input.
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference.
11	SYNCO	O	Sync Output. This output is an open collector and needs a pull up resistor to V _{cc} .
12	GND		Ground pin.
13	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1.
14	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2.
15	SYMA1	I	Wave Symetry Adjust 1.
16	SYMA2	I	Wave Symetry Adjust 2.



DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of *Figure 2* $V_{CC} = 12V$, $T_A = 25^{\circ}C$, $C = 0.01\mu F$, $R_1 = 100k\Omega$, $R_2 = 10k\Omega$, $R_3 = 25k\Omega$ Unless Otherwise Specified. S_1 open for triangle, closed for sine wave.

Parameters	XR-2206P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
General Characteristics								
Single Supply Voltage	10		26	10		26	V	
Split-Supply Voltage	± 5		± 13	± 5		± 13	V	
Supply Current		12	17		14	20	mA	$R_1 \geq 10k\Omega$
Oscillator Section								
Max. Operating Frequency	0.5	1		0.5	1		MHz	$C = 1000pF$, $R_1 = 1k\Omega$
Lowest Practical Frequency		0.01			0.01		Hz	$C = 50\mu F$, $R_1 = 2M\Omega$
Frequency Accuracy		± 1	± 4		± 2		% of f_0	$f_0 = 1/R_1C$
Temperature Stability Frequency		± 10	± 50		± 20		ppm/ $^{\circ}C$	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 70^{\circ}C$ $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sine Wave Amplitude Stability ²		4800			4800		ppm/ $^{\circ}C$	
Supply Sensitivity		0.01	0.1		0.01		%/V	$V_{LOW} = 10V$, $V_{HIGH} = 20V$, $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sweep Range	1000:1	2000:1			2000:1		$f_H = f_L$	$f_H @ R_1 = 1k\Omega$ $f_L @ R_1 = 2M\Omega$
Sweep Linearity								
10:1 Sweep		2			2		%	$f_L = 1kHz$, $f_H = 10kHz$
1000:1 Sweep		8			8		%	$f_L = 100Hz$, $f_H = 100kHz$
FM Distortion		0.1			0.1		%	$\pm 10\%$ Deviation
Recommended Timing Components								
Timing Capacitor: C	0.001		100	0.001		100	μF	<i>Figure 5</i>
Timing Resistors: R_1 & R_2	1		2000	1		2000	k Ω	
Triangle Sine Wave Output¹ <i>Figure 3</i>								
Triangle Amplitude		160			160		mV/k Ω	<i>Figure 2</i> , S_1 Open
Sine Wave Amplitude	40	60	80		60		mV/k Ω	<i>Figure 2</i> , S_1 Closed
Max. Output Swing		6			6		V _{p-p}	
Output Impedance		600			600		Ω	
Triangle Linearity		1			1		%	
Amplitude Stability		0.5			0.5		dB	For 1000:1 Sweep
Sine Wave Distortion								
Without Adjustment		2.5			2.5		%	$R_1 = 30k\Omega$
With Adjustment		0.4	1.0		0.5	1.5	%	See <i>Figure 7</i> and <i>Figure 8</i>

Notes

¹ Output amplitude is directly proportional to the resistance, R_3 , on Pin 3. See *Figure 3*.

² For maximum amplitude stability, R_3 should be a positive temperature coefficient resistor.

Bold face parameters are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Parameters	XR-2206P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Amplitude Modulation								
Input Impedance	50	100		50	100		kΩ	
Modulation Range		100			100		%	
Carrier Suppression		55			55		dB	
Linearity		2			2		%	For 95% modulation
Square-Wave Output								
Amplitude		12			12		Vp-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		ns	C _L = 10pF
Fall Time		50			50		ns	C _L = 10pF
Saturation Voltage		0.2	0.4		0.2	0.6	V	I _L = 2mA
Leakage Current		0.1	20		0.1	100	μA	V _{CC} = 26V
FSK Keying Level (Pin 9)	0.8	1.4	2.4	0.8	1.4	2.4	V	See section on circuit controls
Reference Bypass Voltage	2.9	3.1	3.3	2.5	3	3.5	V	Measured at Pin 10.

Notes

¹ Output amplitude is directly proportional to the resistance, R₃, on Pin 3. See Figure 3.

² For maximum amplitude stability, R₃ should be a positive temperature coefficient resistor.

Bold face parameters are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

Specifications are subject to change without notice

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	26V	Total Timing Current	6mA
Power Dissipation	750mW	Storage Temperature	-65°C to +150°C
Derate Above 25°C	5mW/°C		

SYSTEM DESCRIPTION

The XR-2206 is comprised of four functional blocks: a voltage-controlled oscillator (VCO), an analog multiplier and sine-shaper; a unity gain buffer amplifier; and a set of current switches.

The VCO produces an output frequency proportional to an input current, which is set by a resistor from the timing

terminals to ground. With two timing pins, two discrete output frequencies can be independently produced for FSK generation applications by using the FSK input control pin. This input controls the current switches which select one of the timing resistor currents, and routes it to the VCO.

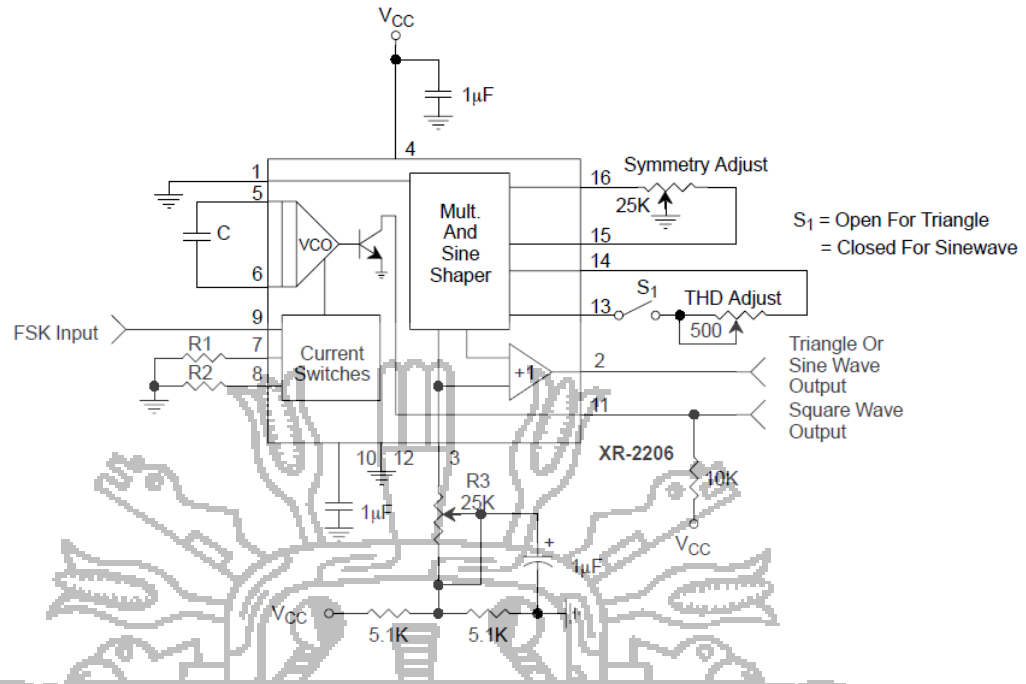


Figure 2. Basic Test Circuit

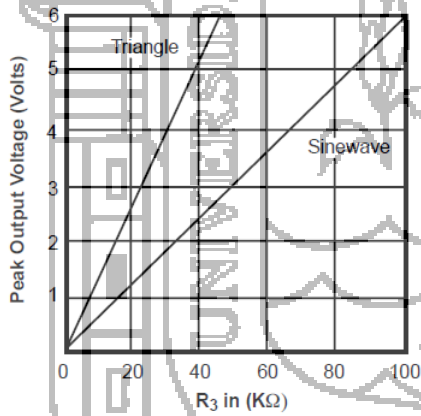


Figure 3. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R3, at Pin 3

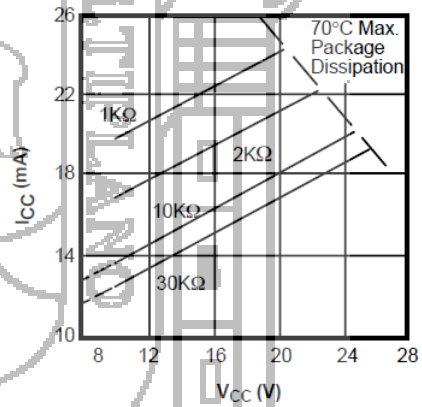


Figure 4. Supply Current vs Supply Voltage, Timing, R

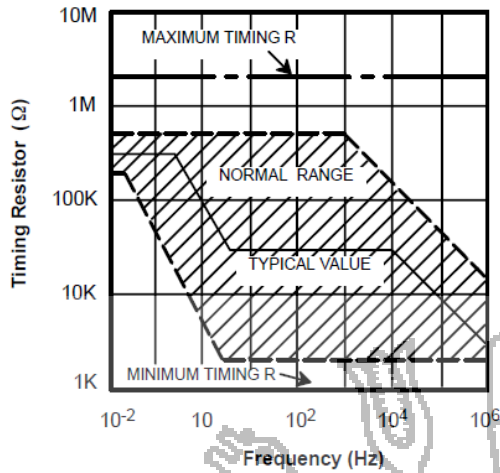


Figure 5. R versus Oscillation Frequency.

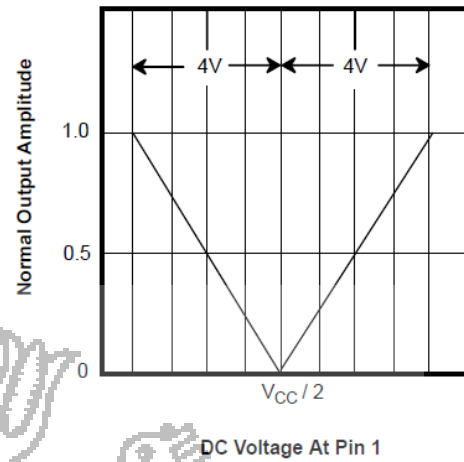


Figure 6. Normalized Output Amplitude versus DC Bias at AM Input (Pin 1)

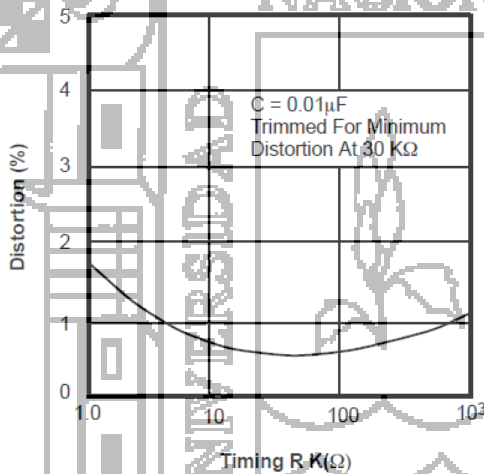


Figure 7. Trimmed Distortion versus Timing Resistor.

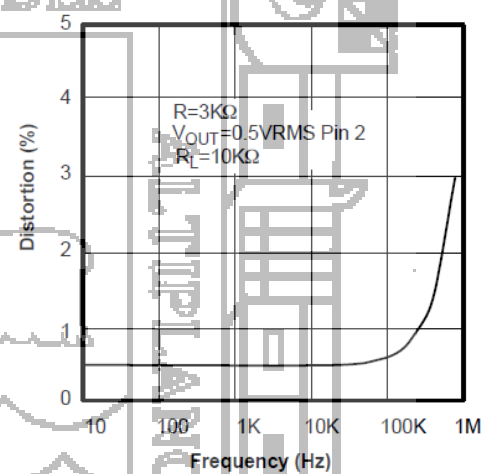


Figure 8. Sine Wave Distortion versus Operating Frequency with Timing Capacitors Varied.

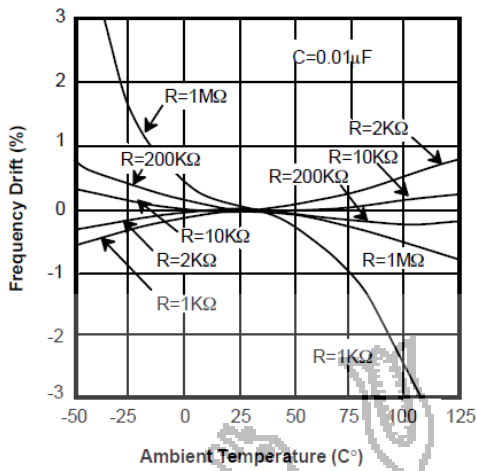


Figure 9. Frequency Drift versus Temperature.

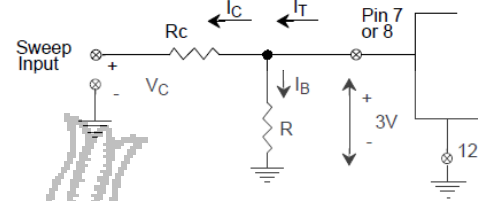


Figure 10. Circuit Connection for Frequency Sweep.

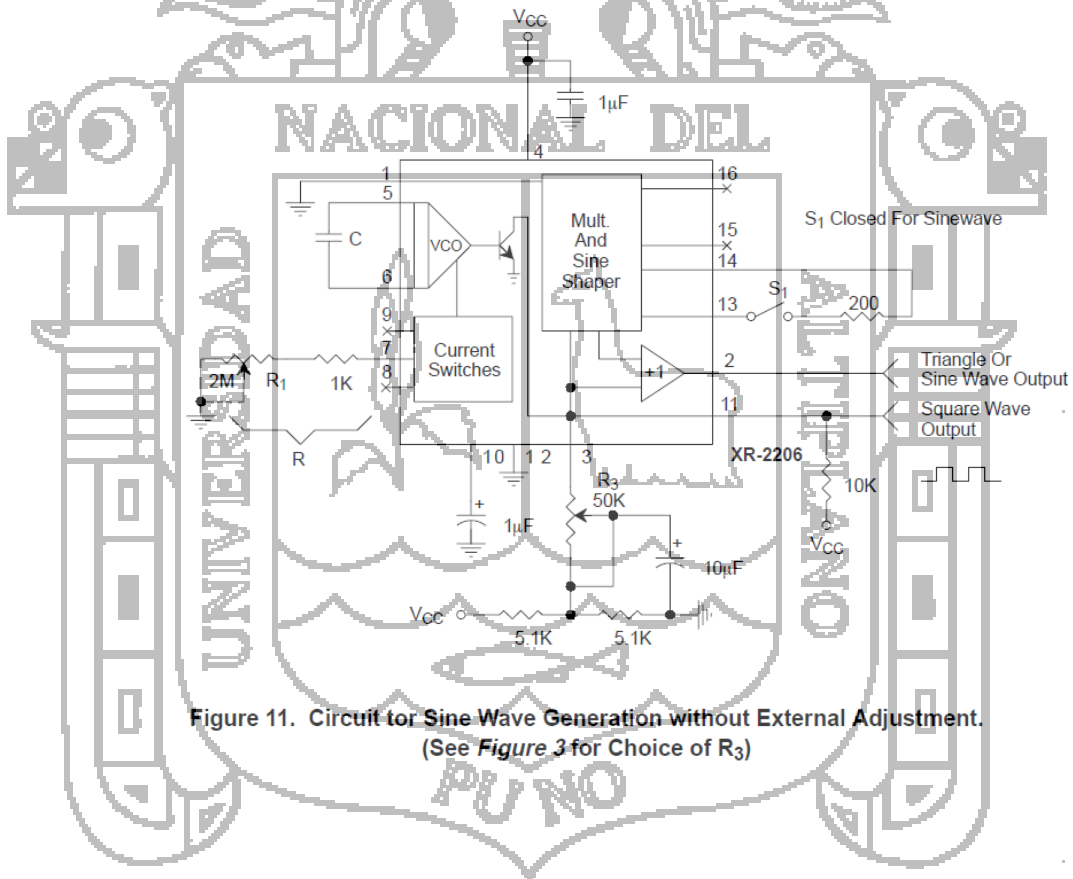


Figure 11. Circuit for Sine Wave Generation without External Adjustment. (See Figure 3 for Choice of R_3)

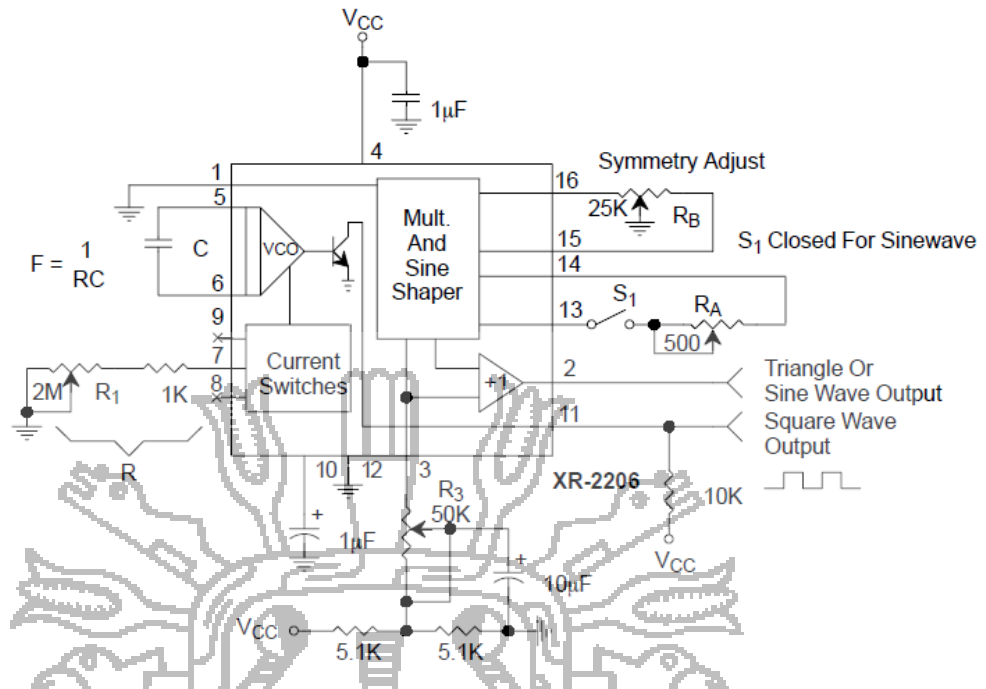


Figure 12. Circuit for Sine Wave Generation with Minimum Harmonic Distortion. (R_3 Determines Output Swing - See Figure 3)

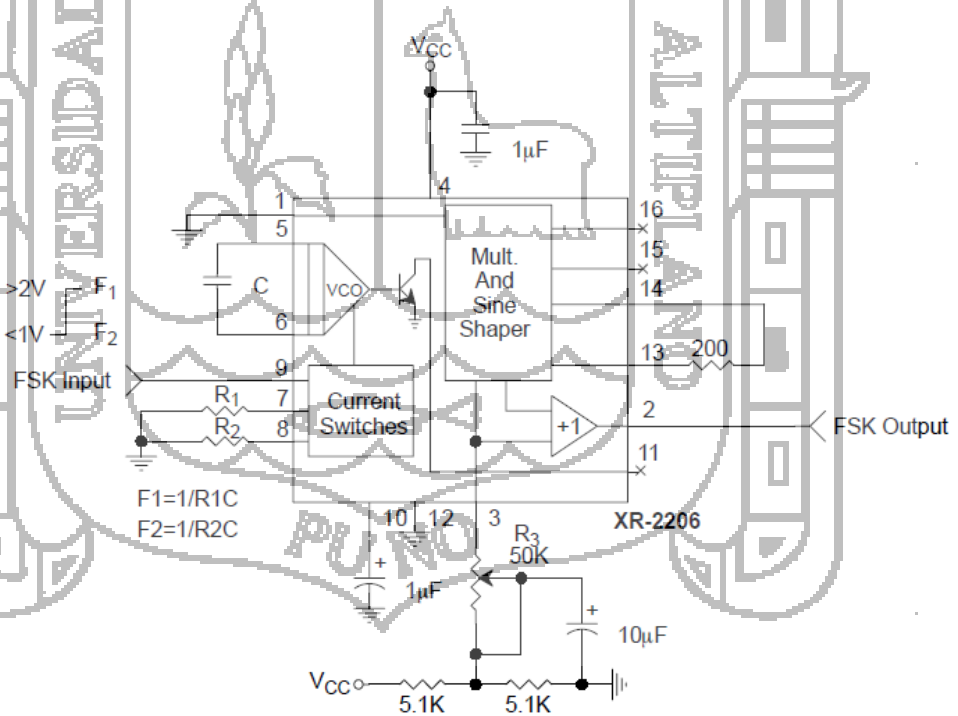


Figure 13. Sinusoidal FSK Generator

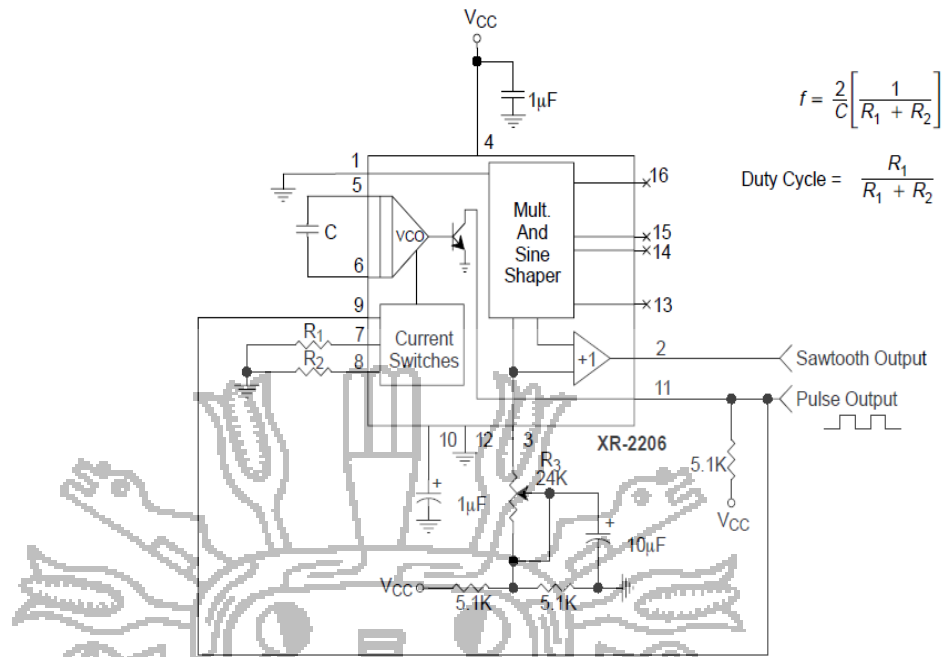


Figure 14. Circuit for Pulse and Ramp Generation.

Frequency-Shift Keying

The XR-2206 can be operated with two separate timing resistors, R_1 and R_2 , connected to the timing Pin 7 and 8, respectively, as shown in Figure 13. Depending on the polarity of the logic signal at Pin 9, either one or the other of these timing resistors is activated. If Pin 9 is open-circuited or connected to a bias voltage $\geq 2V$, only R_1 is activated. Similarly, if the voltage level at Pin 9 is $\leq 1V$, only R_2 is activated. Thus, the output frequency can be keyed between two levels, f_1 and f_2 , as:

$$f_1 = 1/R_1 C \text{ and } f_2 = 1/R_2 C$$

For split-supply operation, the keying voltage at Pin 9 is referenced to V^- .

Output DC Level Control

The dc level at the output (Pin 2) is approximately the same as the dc bias at Pin 3. In Figure 11, Figure 12 and Figure 13, Pin 3 is biased midway between V^+ and ground, to give an output dc level of $\approx V^+/2$.

APPLICATIONS INFORMATION

Sine Wave Generation

Without External Adjustment

Figure 11 shows the circuit connection for generating a sinusoidal output from the XR-2206. The potentiometer, R_1 at Pin 7, provides the desired frequency tuning. The maximum output swing is greater than $V^+/2$, and the typical distortion (THD) is $< 2.5\%$. If lower sine wave distortion is desired, additional adjustments can be provided as described in the following section.

The circuit of Figure 11 can be converted to split-supply operation, simply by replacing all ground connections with V^- . For split-supply operation, R_3 can be directly connected to ground.

With External Adjustment:

The harmonic content of sinusoidal output can be reduced to -0.5% by additional adjustments as shown in *Figure 12*. The potentiometer, R_A , adjusts the sine-shaping resistor, and R_B provides the fine adjustment for the waveform symmetry. The adjustment procedure is as follows:

1. Set R_B at midpoint and adjust R_A for minimum distortion.
2. With R_A set as above, adjust R_B to further reduce distortion.

Triangle Wave Generation

The circuits of *Figure 11* and *Figure 12* can be converted to triangle wave generation, by simply open-circuiting Pin 13 and 14 (i.e., S_1 open). Amplitude of the triangle is approximately twice the sine wave output.

FSK Generation

Figure 13 shows the circuit connection for sinusoidal FSK signal operation. Mark and space frequencies can be independently adjusted by the choice of timing resistors, R_1 and R_2 ; the output is phase-continuous during transitions. The keying signal is applied to Pin 9. The circuit can be converted to split-supply operation by simply replacing ground with V^- .

Pulse and Ramp Generation

Figure 14 shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. In this mode of operation, the FSK keying terminal (Pin 9) is shorted to the square-wave output (Pin 11), and the circuit automatically frequency-shift keys itself between two separate frequencies during the positive-going and negative-going output waveforms. The pulse width and duty cycle can be adjusted from 1% to 99% by the choice of R_1 and R_2 . The values of R_1 and R_2 should be in the range of $1k\Omega$ to $2M\Omega$.

PRINCIPLES OF OPERATION

Description of Controls

Frequency of Operation:

The frequency of oscillation, f_0 , is determined by the external timing capacitor, C , across Pin 5 and 6, and by the timing resistor, R , connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as:

$$f_0 = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either R or C . The recommended values of R , for a given frequency range, as shown in *Figure 5*. Temperature stability is optimum for $4k\Omega < R < 200k\Omega$. Recommended values of C are from $1000pF$ to $100\mu F$.

Frequency Sweep and Modulation:

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current, I_T , drawn from Pin 7 or 8:

$$f = \frac{320I_T(mA)}{C(\mu F)} \text{ Hz}$$

Timing terminals (Pin 7 or 8) are low-impedance points, and are internally biased at $+3V$, with respect to Pin 12. Frequency varies linearly with I_T , over a wide range of current values, from $1\mu A$ to $3mA$. The frequency can be controlled by applying a control voltage, V_C , to the activated timing pin as shown in *Figure 10*. The frequency of oscillation is related to V_C as:

$$f = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{R_c} \left(1 - \frac{V_c}{3} \right) \right) \text{ Hz}$$

where V_C is in volts. The voltage-to-frequency conversion gain, K , is given as:

$$K = \partial f / \partial V_c = - \frac{0.32}{R_c C} \text{ Hz/V}$$

CAUTION: For safety operation of the circuit, I_T should be limited to $\leq 3mA$.

Output Amplitude:

Maximum output amplitude is inversely proportional to the external resistor, R_3 , connected to Pin 3 (see Figure 3). For sine wave output, amplitude is approximately 60mV peak per $k\Omega$ of R_3 ; for triangle, the peak amplitude is approximately 160mV peak per $k\Omega$ of R_3 . Thus, for example, $R_3 = 50k\Omega$ would produce approximately 13V sinusoidal output amplitude.

at Pin 1 is approximately $100k\Omega$. Output amplitude varies linearly with the applied voltage at Pin 1, for values of dc bias at this pin, within 14 volts of $V_{CC}/2$ as shown in Figure 6. As this bias level approaches $V_{CC}/2$, the phase of the output signal is reversed, and the amplitude goes through zero. This property is suitable for phase-shift keying and suppressed-carrier AM generation. Total dynamic range of amplitude modulation is approximately 55dB.

Amplitude Modulation:

Output amplitude can be modulated by applying a dc bias and a modulating signal to Pin 1. The internal impedance

CAUTION: AM control must be used in conjunction with a well-regulated supply, since the output amplitude now becomes a function of V_{CC} .

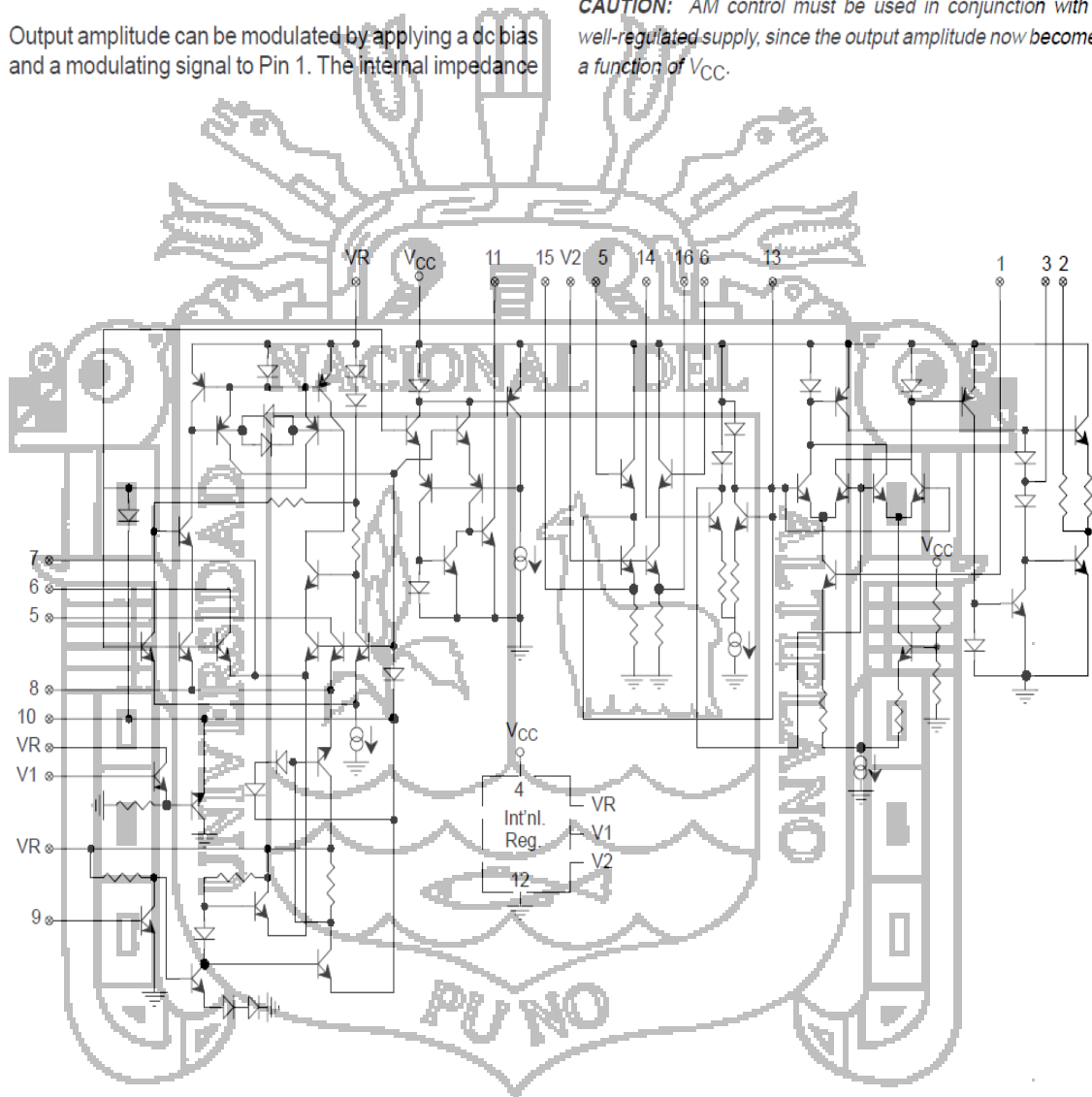
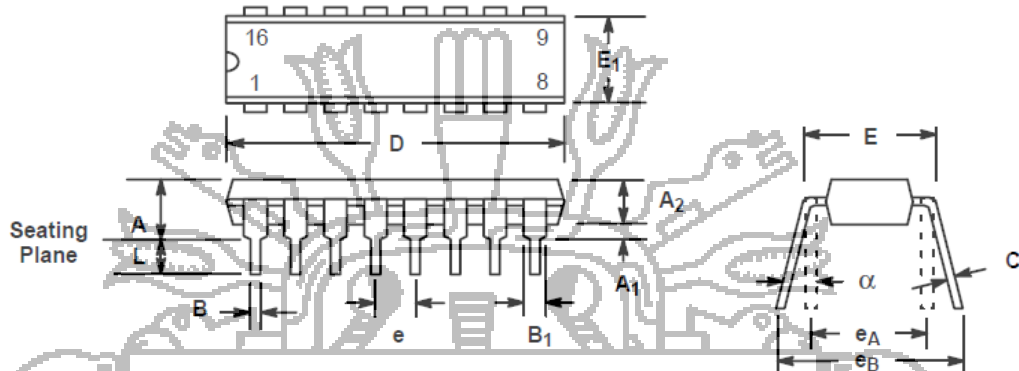


Figure 15. Equivalent Schematic Diagram

16 LEAD PLASTIC DUAL-IN-LINE (300 MIL PDIP)

Rev. 1.00



SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.145	0.210	3.68	5.33
A ₁	0.015	0.070	0.38	1.78
A ₂	0.115	0.195	2.92	4.95
B	0.014	0.024	0.36	0.56
B ₁	0.030	0.070	0.76	1.78
C	0.008	0.014	0.20	0.38
D	0.745	0.840	18.92	21.34
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E ₁	0.240	0.280	6.10	7.11
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
e _A	0.300 BSC		7.62 BSC	
e _B	0.310	0.430	7.87	10.92
L	0.115	0.160	2.92	4.06
α	0°	15°	0°	15°

Note: The control dimension is the inch column

Anexo J: Prueba De Hipótesis En La Bacteria Escherichia Coli

Realizaremos la prueba estadística para comprobar si nuestro dispositivo eliminara 100 % de las bacterias, tomaremos los siguientes datos.

Datos De Las Bacterias Helicobacter Pylori y Escherichia Coli

Datos de Bacterias					
N°	Bacteria	Frecuencia	Tratamiento	Control	% de muertes
1	Escherichia Coli	400 KHz	0	517	100 %
2	Escherichia Coli	400 KHz	0	483	100 %
3	Escherichia Coli	400 KHz	0	538	100 %
4	Helicobacter Pylori	400 KHz	0	1500	100 %
5	Helicobacter Pylori	400 KHz	0	1245	100 %
6	Helicobacter Pylori	400 KHz	0	1387	100 %

Fuente. Propia

Ahora nos formularemos nuestra hipótesis nula la cual será:

$H_0 =$ "EL PROTOTIPO ELIMINA MENOS DEL 100 % DE LAS BACTERIAS HELICOBACTER - PILORY Y ESCHERICHIA COLI DE LOS CULTIVOS DE CEPAS POR MEDIO DE FRECUENCIAS".

H1 = “EL PROTOTIPO ELIMINA EL 100 % DE LAS BACTERIAS HELICOBACTER – PILORY Y ESCHERICHIA DE LOS CULTIVOS DE CEPAS POR MEDIO DE FRECUENCIAS”.

Para la utilización del T-Student necesitamos primero definir nuestro Porcentaje de error que estamos dispuestos aceptar el cual será del 1% entonces decimos:

$$\alpha = 1\% = 0.01$$

Se vio por conveniente utilizar este porcentaje de error ya que nuestra investigación es del área de bioingeniería y tiene que existir mayor precisión.

Luego comprobaremos que nuestras variables Tratamiento, Control pasen por las pruebas de normalidad, que tiene una hipótesis nula y una hipótesis alterna las cuales son:

H₀= Los datos provienen de una distribución normal

$$\text{Sig.} \geq \alpha$$

H₁= Los datos no provienen de una distribución normal

$$\text{Sig.} < \alpha$$

Para muestras menores de 30 se utiliza la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk el cual en nuestra investigación lo hallamos gracias el software SPSS y no dio como resultado la siguiente tabla.

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Control	0,301	6	0,094	0,799	6	0,057

Fuente. Programa estadístico SPSS

El resultado de la prueba de Shapiro-Wilk la podemos observar en la columna Sig. El cual analizándolo con las hipótesis de normalidad diremos que

Tratamiento es una constante y se ha desestimado.

Control = Sig. $\geq \alpha = 0.057 > 0.01$

Por consiguiente aceptamos la hipótesis nula y concluimos que “Los datos de nuestras variables provienen de una distribución normal”.

Una vez comprobada la normalidad pasamos a la prueba de T-Student, la cual la obtuvimos mediante el programa SPSS teniendo como resultado lo siguiente:

Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Control	944,67	6	480,396	196,121
Tratamiento	,0000	6	,00000	,00000

Fuente. Programa estadístico SPSS

En la tabla estadísticos de muestras relacionadas vemos la diferencia de las medianas entre las variable Control y Tratamiento.

Prueba de t student en las muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Control - Tratamiento.	944,67	480,396	196,12	153,88	1735,45	4,82	5	,005

Fuente. Programa estadístico SPSS

En nuestra tabla de prueba de muestras relacionadas tenemos los valores que nos indicaran si nuestra hipótesis nula de la investigación deberá ser aceptada o rechazada, para que la hipótesis nula sea aceptada la significancia bilateral o valor P deberá ser mayor a el porcentaje de error que estamos dispuesto a aceptar (α).

Tomando los valores de nuestra tabla tenemos:

$$T = 4,82$$

$$P = 0,005$$

Evaluando nuestra Significancia Bilateral decimos que

$$(P < \alpha) = (0.005 < 0.01)$$

Resultado.

Analizando los valores que tenemos los cuales son la media (\bar{X}), la desviación estándar (σ), la t – Student (t) y la significancia bilateral (P) como se muestra en la tabla siguiente, podemos concluir que

Resultados Estadísticos para la Onda Cuadrada

Variables	Placas de	Placas de
Estadística	Control	Tratamiento
\bar{X}	1033,3333	79,6667
σ	392,48932	124,77286
t	4,725	4,725
P	0.005	0.005

Fuente. Programa estadístico SPSS

Entonces como nuestro valor P es menor que α concluimos en rechazar nuestra hipótesis nula por consiguiente decimos que:

“Nuestro prototipo eliminara el 100 % de las bacterias Helicobacter Pylori y Escherichia Coli en los cultivos de cepas por medio de frecuencias”.