



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS

**Equipo para prueba de la papila gustativa
(Electrogustómetro MB)**

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el título de

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTA

FELIPE LÓPEZ SÁNCHEZ

ASESOR DE TESIS:

**L.E.I. EMMANUEL ANTONIO
VÁZQUEZ MARTÍNEZ**

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. NOVIEMBRE DEL 2003





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS

**Equipo para prueba de la papila gustativa
(Electrogustómetro _{MB})**

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el título de

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTA

FELIPE LÓPEZ SÁNCHEZ

ASESOR DE TESIS:

**L.E.I. EMMANUEL ANTONIO
VÁZQUEZ MARTÍNEZ**

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. NOVIEMBRE DEL 2003





DEDICATORIA

*He soñado que tengo tu fuerza,
que tengo tu sabiduría,
pero no es así.*

*“Sueño” sólo es una fantasía de lo que no tengo,
solamente te tengo a ti, MAMÁ,
para darme un poco de juicio,
un poco de esa virtud que me hace falta,
para hacerme sentir que no es una fantasía,
tan sólo una realidad que mi mente ansía.*

A mis hermanas por todo el apoyo .

Con cariño.

Felipe López Sánchez.



AGRADECIMIENTOS

Por su valiosa cooperación en la revisión y asesoramiento para la realización de este trabajo; por su apoyo, asesoramiento académico y por la gran paciencia que ha tenido conmigo:

Al

L.E.I. EMMANUEL ANTONIO VÁZQUEZ MARTÍNEZ

De manera muy especial a mis coasesores

Dr. GERARDO ORTEGA ZARZOSA

y

Dr. RICARDO MARTÍNEZ RIDER

Al Dr. Gerardo Ortega Zarzosa por haber facilitado el uso de su laboratorio y equipo para la realización de este equipo.

Al

L.E.I. JOSE ANGEL BARBOSA OJEDA

Por tenerme mucha paciencia, por el apoyo, consejos y por facilitarme material para realizar este aparato.

Al Profr. Horacio Martínez Flores, a la Psic. Estrella Torres Gutiérrez, al Profr. Mario Llanas Arana, a Juan Manuel Acuña Acevedo y a todo los profesores que me dieron su apoyo a lo largo de la carrera.

Al Profr. Moisés de Jesús Vázquez Rosillo[†] por la donación y maquinado de los electrodos.

A todos los pilotos, amigos y compañeros por su apoyo.

A Mayra por que fue una gran inspiración para la realización de este trabajo.

A todos lo que hicieron posible este trabajo.



INDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	7
CAPÍTULO II LOS SENTIDOS	13
II.1. RECEPTORES SENSORIALES	13
II.2. EL OLFATO	14
II.3. EL GUSTO	15
II.4. ANATOMÍA	16
II.5. FISIOLÓGIA	17
II.6. PROPIEDADES DEL SISTEMA DEL GUSTO	18
II.7. POTENCIAL DE RELAJAMIENTO	19
II.8. TRASTORNOS EN EL SENTIDO DEL GUSTO	22
CAPÍTULO III ELECTROGUSTÓMETRO	25
III.1. DIAGRAMA DE BLOQUES	25
III.2. TECLADO DE CONTROL	26
III.3. MICROCONTROLADOR	26
III.4. DISPLAY INDICADOR DE LA FORMA DE ONDA	31
III.5. FRECUENCÍMETRO	31
III.6. DISPLAY INDICADOR DEL CICLO DE TRABAJO	35
III.7. CONVERTIDOR	38
III.8. PREAMPLIFICADOR	39
III.9. AMPLIFICADOR DE CORRIENTE	41
III.10. MILIAMPERÍMETRO	42
III.11. TRANSDUCTORES	42
III.12. FUENTE DE PODER	42
CAPÍTULO IV CARACTERIZACIÓN	46
IV.1. TECLADO DE SELECCIÓN	46
IV.2. PASOS PARA PROGRAMAR EL ELECTROGUSTÓMETRO	46
IV.3. DISPLAY INDICADOR DE LA FORMA DE ONDA	47
IV.4. FRECUENCÍMETRO	47
IV.5. CICLO DE TRABAJO	48



IV.6. CONVERTIDOR	49
IV.7. PREAMPLIFICADOR	51
IV.8. AMPLIFICADOR DE CORRIENTE	51
IV.9. MILIAMPERIMETRO	51
IV.10. TRANSDUCTORES	52
IV.11. FUENTE DE PODER	53
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES	55
ANEXOS	
ANEXO 1	58
ANEXO 2	72
GLOSARIO	75
REFERENCIAS	82
BIBLIOGRAFÍA	84

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Existen muchos factores relacionados con la pérdida de percepción en el sentido gustativo; tan sólo en Estados Unidos, por ejemplo, 2 millones de personas recurre al médico por problemas de desorden en este sentido y se encuentra con que no existe un tratamiento estandarizado debido a la poca información que existe al respecto. En México ya se tienen datos estadísticos del número de personas con problemas del sentido del gusto.

Por lo general, la valoración de las patologías involucradas con este tipo de padecimientos se pueden obtener mediante exámenes físicos y pruebas clínicas del gusto, por mencionar algunas; en la actualidad, existen diferentes métodos para realizar este tipo de pruebas clínicas, los cuales han ayudado a comprender la complejidad del sistema gustativo y las características especiales y neurológicas de sus componentes. Algunos de estos métodos consisten en utilizar soluciones que contengan las cuatro sensaciones primarias del gusto; otros, como en el caso de Japón, utilizan con frecuencia la *Electrogustometría* como una alternativa práctica muy adecuada para el examen del sentido del gusto^[1].

Al hacer una revisión de la literatura correspondiente, se enfatiza la necesidad de los Estomatólogos para profundizar en el estudio de este trastorno, motivo que despierta el interés en desarrollar un equipo capaz de cubrir dichas necesidades.

Este trabajo pretende proporcionar una herramienta para la valoración del sentido del gusto por medio de la *Electrogustometría*, además de proporcionar un equipo que ayude



a los investigadores de la Facultad de Estomatología de la U.A.S.L.P. a la estandarización de una prueba de este sentido.

En el capítulo I se hará una revisión de los antecedentes, punto de partida para entender el sistema nervioso y cómo fue éste una herramienta para desarrollar los primeros equipos para prueba del sentido del gusto, hasta llegar a los actuales *Electrogustómetros*, como el desarrollado en este trabajo.

En el capítulo II se analizarán algunos conceptos del sentido del gusto con el fin de entender el problema. Se analiza el sentido como una capacidad o habilidad del ser humano para detectar diferentes sabores y los procesos que en ello intervienen.

Posteriormente, en el capítulo III se muestra el diagrama de bloques y descripción de cada uno de los bloques que compone el equipo; además, se analizará el diagrama de flujo de la programación del microcontrolador.

En el capítulo IV se hace mención de las diferentes señales que se puede obtener del equipo y la caracterización del mismo. Se analiza el funcionamiento completo de todo el equipo y se indicaran los pasos para la programación de selección de la señal de trabajo, ajuste de frecuencia, ciclo de trabajo; además, se menciona cómo se hace el ajuste de corriente y se describe el funcionamiento de la fuente de poder que proporcionará los voltajes y corrientes necesarias para que el equipo funcione adecuadamente, cumpliendo con las medidas de seguridad que requiere un equipo de esta naturaleza.

En el último capítulo, se discutirán las conclusiones y las posibilidades de experimentación que se pueden desarrollar con este equipo. En la parte final se encontraran unos anexos para ver con detalle algunas características de materiales utilizados y un glosario que trata de proporcionar una breve explicación de terminología médica y electrónica para quien lo considere necesario.

CAPITULO

I



ANTECEDENTES

Hoy en día la biofísica está estrechamente relacionada con diversas disciplinas de la biología, entre las que se incluyen la bioquímica, la genética, la biología molecular, la microbiología, la fisiología, la neurobiología, la histología y la virología. La biofísica es la prolongación de la física y la fisicoquímica y se basa en técnicas derivadas de la ciencia física, aunque centrada en problemas de índole biológico. Otra área importante de la biofísica ha sido el estudio de la transmisión de información en forma de impulsos en las células nerviosas de los organismos. Cada información se transmite en la forma de fenómenos discretos, llamados potenciales de acción, y está determinada por la frecuencia a la que son transmitidos y por las conexiones que cada célula establece con sus vecinas. El biofísico británico *Alan Lloyd Hodgkin* y el físico *Andrew Fielding Huxley* (1963) estudiaron las células nerviosas del calamar, cuyo gran tamaño permite la colocación de varios electrodos directamente en el interior de las células.

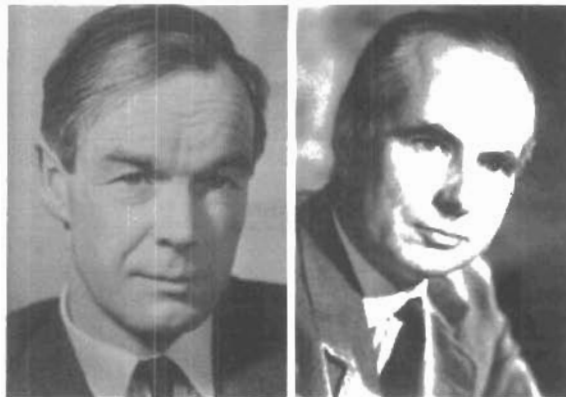


Figura 1.1. Fotografías de Alan Lloyd Hodgkin y Andrew Fielding Huxley.

Mediante una acertada combinación de la electroquímica, la electrónica moderna y los modelos matemáticos, fueron capaces de demostrar que el potencial de acción estaba producido por cambios selectivos en la permeabilidad de la membrana celular al sodio y



al potasio_[2]. Desde entonces, se ha aplicado esta técnica con leves modificaciones a otros tejidos excitables, y en la actualidad constituye la base de todos los intentos de comprender el funcionamiento del sistema nervioso.

En la Neurofisiología se estudia cómo las células nerviosas o neuronas reciben o transmiten información. En el procesamiento de las señales nerviosas están implicados dos tipos de fenómenos: eléctricos y químicos. El proceso eléctrico propaga una señal en el interior de la neurona, y el proceso químico transmite la señal de una neurona a otra, o a una célula muscular.

Una neurona es una célula de gran longitud formada por un área central cubierta con mielina, o desproporcionada de la misma, que contiene el núcleo, una prolongación larga llamada axón, y unas prolongaciones arborescentes más cortas llamadas dendritas

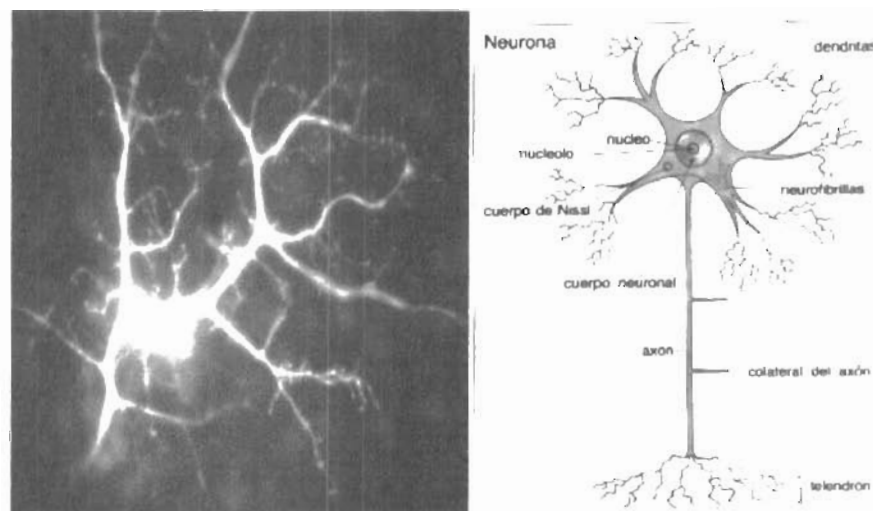


Figura 1.2. Imagen de una neurona y las partes que la constituyen.

Las dendritas reciben los impulsos procedentes de otras neuronas. (Las excepciones son las neuronas sensitivas, como las que transmiten información sobre la temperatura o el tacto, en las que la señal es generada por receptores cutáneos especializados). Estos impulsos se propagan eléctricamente a lo largo de la membrana celular hasta el final del

axón. En el extremo del axón la señal se trasmite de forma química a una neurona adyacente o a una célula muscular

En la transmisión eléctrica una neurona está polarizada, es decir, tiene una carga eléctrica negativa en el interior de la membrana celular con respecto al exterior. Esto se debe a la libre circulación de iones potasio con carga positiva a través de la membrana celular y, al mismo tiempo, a la retención de moléculas grandes con carga negativa dentro de la célula. Los iones de sodio con carga positiva se mantienen en el exterior de la célula mediante un proceso activo. Todas las células tienen esta diferencia de potencial, pero cuando se aplica a una célula nerviosa una corriente estimuladora se produce un suceso único. Primero, los iones de potasio penetran en la célula, reduciendo su carga negativa (despolarización). En un cierto momento las propiedades de la membrana cambian y la célula se hace permeable al sodio, que entra en ella con rapidez y origina una carga neta positiva en el interior de la neurona. A esto se le denomina potencial de acción.

Una vez alcanzado este potencial en una zona de la neurona, éste se propaga a lo largo del axón mediante un intercambio de iones en unos puntos específicos llamados nódulos de *Ranvier*. La amplitud del potencial de acción es autolimitado, debido a que una concentración elevada de sodio en el interior origina la expulsión en la célula, primero de iones potasio y después de sodio, restableciendo la carga negativa en el interior de la membrana celular, es decir la neurona se repolariza. El proceso completo dura menos de una milésima de segundo. Después de un breve lapso llamado periodo refractario, la neurona está en condiciones de repetir este proceso.

Cuando la señal eléctrica alcanza el extremo del axón, éste estimula en la célula unas pequeñas vesículas presinápticas. Estas vesículas contienen sustancias químicas llamadas neurotransmisores que son liberadas en el espacio submicroscópico que existe entre las neuronas (hendidura sináptica). El neurotransmisor se une a receptores

especializados sobre la superficie de la neurona adyacente. Este estímulo provoca la despolarización de la célula adyacente y la propagación de su propio potencial de acción. La duración de un estímulo procedente de un neurotransmisor está limitado por su degradación en la hendidura sináptica y su recaptación por la neurona que lo había elaborado. Antes se pensaba que cada neurona elaboraba sólo un neurotransmisor, pero estudios recientes han demostrado que algunas células elaboran dos o más.

Esta forma de transmisión de señales a través del cuerpo humano es utilizado en una infinidad de procesos, ya sea en el cerebro para recordar, pensar, etc, o en la forma en que los diferentes sensores con los que cuenta el cuerpo se ponen en contacto con el cerebro. Los sentidos con los que contamos, la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto, manejan sus propios sensores que deberán de enviar su información de manera química o eléctrica. En el caso que nos ocupa, el sentido del gusto no escapa a estos procesos neurofisiológicos debido al potencial de acción que se genera en las células de las papilas gustativas.

El gusto eléctrico fue documentado primero por Sultze, quien en 1754 descubrió un sabor ferro sulfato cuando dos electrodos fueran colocados en la lengua. Skouby (1955) produjo el primer electrogustómetro; éste fue probado en estudiantes de medicina para demostrar una alteración en el umbral del sentido de gusto después de que varias sustancias químicas fueron colocadas en la lengua. Krarup (1958) construyó un aparato para la simulación del gusto eléctrico que sería más adecuado para la aplicación clínica.

Este equipo fue comparado en diversas investigaciones usando soluciones de prueba y se encontró que proporcionaba resultados numéricos reproducibles. Sin embargo, a causa de la complejidad y las limitaciones en tamaño éste no fue ampliamente adoptado como una herramienta clínica^[3].

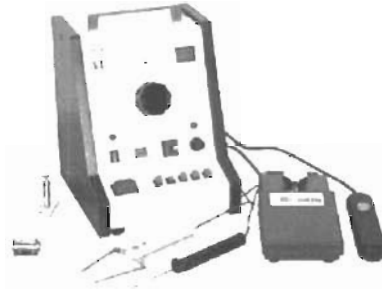


Figura 1.3. Electrogustómetro comercial

En las dos últimas décadas, se han hecho varias modificaciones concernientes al diseño del electrogustómetro y el material usado para los electrodos, junto con el tamaño y su colocación.

Recientemente, ha habido un renovado interés en el gusto y la relación con la edad, obesidad y enfermedad. Sin embargo, como han sido usadas una gran variedad de técnicas diferentes para ésta, su comparación es difícil y la aplicación clínica limitada. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar una prueba estandarizada para la evaluación del sentido del gusto. Los conceptos y la teoría subyacente están basados en el trabajo de Krarup.

En este trabajo se presenta un equipo diseñado para cubrir las características de un electrogustómetro comercial, añadiéndole otro tipo de formas de onda para su estudio, las cuales no se han reportado hasta el momento. Esto se hace con el fin de propiciar una mejor investigación para complementar la información con la que se cuenta hasta el momento en esta área, así como para verificar el funcionamiento de las terminaciones nerviosas del sentido del gusto.

CAPITULO

II



LOS SENTIDOS

En este capítulo hablaremos brevemente sobre los distintos sentidos que afectan a los seres humanos y su función haciendo énfasis, sobretodo, en al sentido del gusto y los padecimientos en torno a él. El proyecto trata de determinar el grado de sensibilidad de este sentido.

Hasta el momento, sabemos que poseemos cinco sentidos: el olfato, la vista, el gusto, el oído, o audición, y el tacto. Cada uno de ellos cumple una función diferente, aunque en ciertos casos están conectados; tal es el caso del olfato y el gusto. El tacto nos permite sentir la textura de las cosas, si están frios o calientes; el olfato nos permite percibir el aroma; el gusto el sabor de las comidas. La vista nos deja ver todo lo que nos rodea, el oído, captar ondas sonoras para que podamos escucharlas. Esto lo ampliaremos a continuación.

II.1 Receptores Sensoriales

Los receptores sensoriales son células especializadas en la captación de estímulos, que representan la vía de entrada de la información en el sistema nervioso de un organismo. Los receptores pueden ser neuronas algo modificadas, que reciben el nombre de células sensoriales primarias o células no nerviosas; las células sensoriales secundarias son las que se ponen en contacto química o eléctricamente con las neuronas. Estas células sensoriales secundarias se concentran, frecuentemente, en estructuras denominadas órganos sensoriales. Los órganos sensoriales, en los seres humanos, son los órganos especializados en recibir estímulos del exterior y transmitirlos en forma de impulso eléctricos a través de las vías nerviosas hasta el sistema nervioso central, donde se procesa y se genera una respuesta. Existen básicamente cinco sentidos: el oído, la vista, el olfato, el gusto y el tacto, aunque los científicos contabilizan más de quince sentidos



adicionales, esto debido a las sensaciones que generan algunas necesidades del organismo, como la sed, el hambre, la fatiga y el dolor, que ellos consideran como sentidos.

Según el tipo de estímulo que reciben, los receptores se pueden clasificar en:

- ❖ Quimiorreceptores: que se excitan al ponerse en contacto con sustancias químicas en aire o agua, y se encuentran en los sentidos del gusto y del olfato. También se encuentran en los senos carotídeos y aórticos, quienes captan los cambios de pH en la sangre.
- ❖ Mecanorreceptores: estos reciben la información de tipo mecánico, es decir, responden al contacto, a las diferencias de presión, a la fuerza de gravedad, etc. Existen mecanorreceptores especializados, por ejemplo, los estatorreceptores informan sobre la posición del equilibrio.
- ❖ Termorreceptores: se especializan en procesar la información sobre los cambios de temperatura; algunos perciben el frío y otros el calor.
- ❖ Fotorreceptores: perciben los fotones (cuantos de luz) y transforman la energía electromagnética en impulsos nerviosos. Tienden a concentrarse en órganos más o menos complejos: los ojos simples (hombre) o los compuestos (artrópodos)^[4]

II.2 El olfato

Este sentido permite percibir los olores. La nariz, equipada con nervios olfativos, es el principal órgano del olfato. Los nervios olfativos son importantes para diferenciar el gusto de las sustancias que se encuentran dentro de la boca^[5]; es decir, muchas sensaciones que se perciben como sensaciones gustativas, tienen su origen, en realidad, en el sentido del olfato.



II.3 El Gusto

Esta facultad de los humanos, actúa por el contacto de sustancias solubles en la lengua. El ser humano es capaz de percibir un abanico amplio de sabores como respuesta a la combinación de varios estímulos, entre ellos: textura, temperatura, olor y gusto. Considerado de forma aislada, el sentido del gusto sólo percibe cuatro sabores básicos: dulce, salado, ácido y amargo; cada uno de ellos es detectado por un tipo especial de papila gustativa^[5, 6]

El sentido del gusto se puede dividir, para su análisis, en las siguientes partes:

El paladar es la parte superior de la boca, recubierto de una mucosa húmeda que junto con los dientes forma la encía.

La úvula o campanilla es una pequeña masa carnosa que cuelga del paladar blando por encima de la raíz de la lengua.

Los dientes son órganos duros, implantados en los alvéolos o cavidades de los maxilares.

Los labios son dos repliegues musculares que se unen por ambos lados en los repliegues labiales.

El epiglotis es una especie de válvula o lengüeta que cubre la entrada a la laringe

La lengua es un órgano musculoso en la boca; es el asiento principal del gusto y parte importante en la fonación, en la masticación y deglución de los alimentos. Está cubierta por una membrana mucosa y se extiende desde el hueso hioides en la parte posterior de la boca, hacia los labios. La cara superior, lados y parte anterior de la cara inferior son libres, sólo el resto está unido a la cavidad bucal, lo que permite muchos y diversos movimientos. La textura rugosa de la cara superior está dada por las papilas gustativas,



captadoras del gusto. El color de la lengua suele ser rosado, lo que indica un buen estado de salud; cuando pierde color es sintoma de algún trastorno.

La lengua posee diferentes y muy importantes funciones. La principal es la contención de los receptores gustativos que nos permiten degustar los alimentos; en la masticación, la lengua empuja los alimentos contra los dientes; y en la deglución, lleva los alimentos hacia la faringe y más tarde hacia el esófago, cuando la presión que ejerce la lengua provoca el cierre de la tráquea. También contribuye, junto con los labios, los dientes y el paladar duro, a la articulación de palabras y sonidos.

La lengua posee casi 10,000 papilas gustativas que están distribuidas de forma desigual en su cara superior, donde forman manchas sensibles a clases determinadas de compuestos que inducen las sensaciones del gusto. Por lo general, las papilas sensibles a los sabores dulces y salados se concentran en la punta de la lengua; las sensibles al ácido ocupan los lados; y las sensibles al amargo están en la parte posterior^[7].

Los compuestos químicos de los alimentos se disuelven en la humedad de la boca y penetran en las papilas gustativas a través de los poros de la superficie de la lengua, donde entran en contacto con células sensoriales. Cuando un receptor es estimulado por una de las sustancias disueltas, envía impulsos nerviosos al cerebro. La frecuencia con que se repiten los impulsos indica la intensidad del sabor, es probable que el tipo de sabor quede registrado por el tipo de células que hayan respondido al estímulo.

II.4 Anatomía

Las células receptoras del gusto están situadas en las yemas o botones gustativos^[8], grupos esféricos de células dispuestas como los gajos de una fruta cítrica. En la superficie, la yema gustativa tiene un poro, dentro del cual se proyectan las microvellosidades de las células receptoras (*figura II.1*). En cualquier otro sitio en que estén las yemas, tienen un aspecto similar.

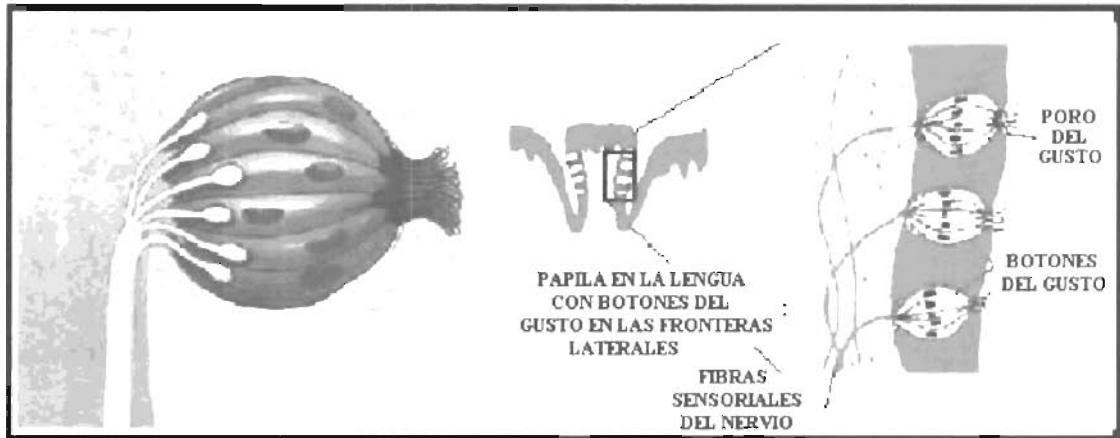


Figura II.1. Botones gustativos.

II.5 Fisiología

Los estímulos del gusto llegan a las células receptoras a través del poro gustativo. Se conocen cuatro zonas sensibles al gusto dulce, salado, ácido y amargo^[9] que se muestran en la figura II.2.

Las fibras aferentes individuales casi siempre responden a diferentes sustancias químicas. Los modelos de respuesta de los cilindroejes gustatorios aferentes, pueden agruparse en clases, fundándose en el estímulo químico que produce la respuesta mayor. Como ocurre con el olfato y otros sistemas sensoriales, la intensidad está cifrada en el grado de actividad nerviosa.

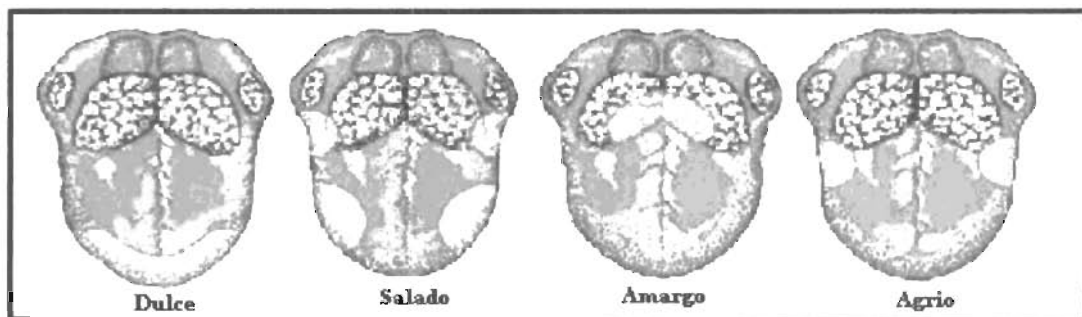


Figura II.2. Zonas sensibles al gusto.

El "sabor" que caracteriza a cada alimento es en realidad una mezcla de sabor y de olor, ya que durante la masticación las sustancias volátiles de los alimentos pasan a través de

las coanas a las fosas nasales, donde al mismo tiempo son olidas. El sentido del gusto presenta asimismo una marcada adaptación, disminuyendo la sensación con que se percibe un sabor cuando se está saboreando cierto tiempo.

II.6 Propiedades del sistema del gusto

Un simple botón del gusto contiene de 50 a 100 células representando a las cuatro sensaciones del gusto^[2] como se muestra en la figura.

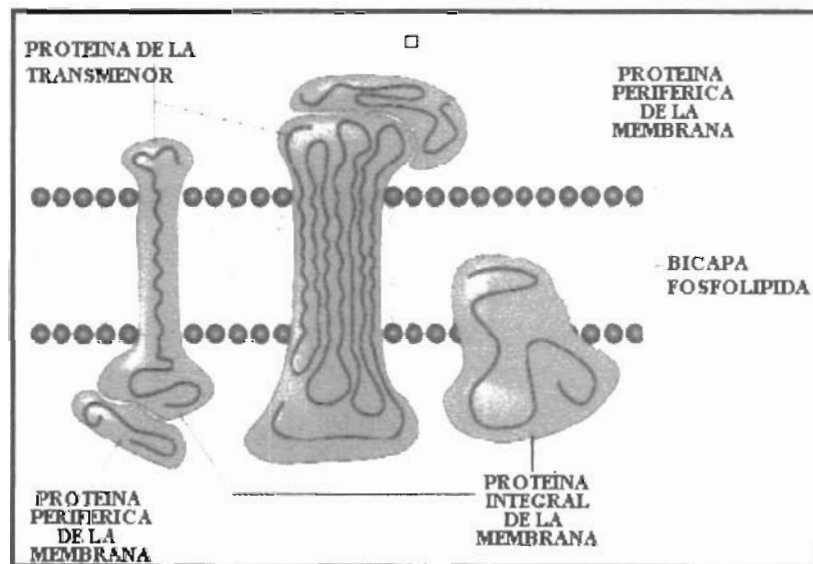


Figura II.3. Esquema de las células del gusto.

Cada célula contiene receptores en su superficie. Estos receptores son proteínas transmembranas las cuales atrapan las moléculas y los iones responsables de las cuatro sensaciones del gusto. Aunque una sola célula del gusto puede tener representantes de varios tipos de receptor, un tipo puede ser más activo que los otros en esa célula. Ninguna célula del gusto contiene los receptores para amargo y dulce. Cada célula del receptor del gusto está conectada, a través de una sinapsis, con una neurona sensorial que conduce de nuevo al cerebro, como se muestra en la figura II.4

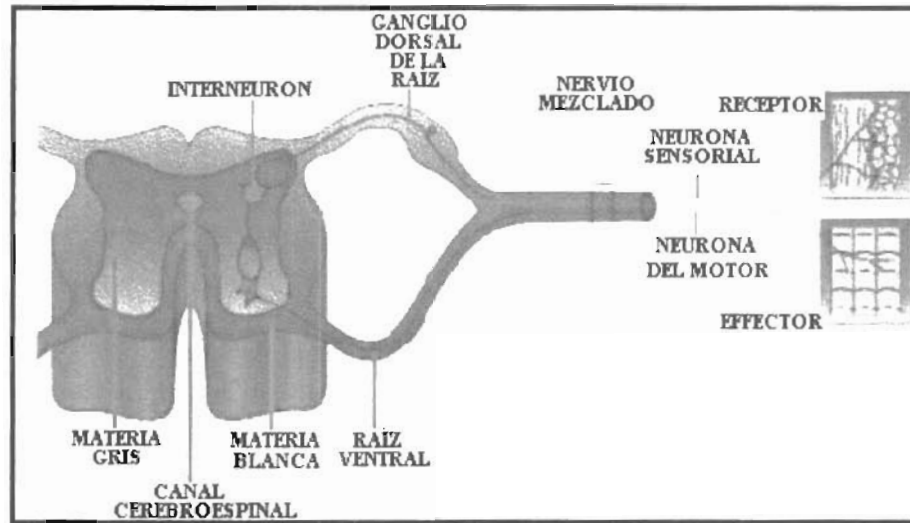


Figura II.4. Esquema del funcionamiento de la señal de una neurona

Sin embargo, una sola neurona sensorial se puede conectar con varias células del gusto en cada uno de los botones del gusto. Cada neurona sensorial responde lo mejor posible a una de las cuatro sensaciones del gusto.

II.7 Potencial de relajamiento

Todas las células (no necesariamente las células excitables) tienen un potencial de relajamiento_[4]; es decir, una diferencia de potencial eléctrico a través de la membrana de plasma entre el interior negativo de la célula y el exterior. El tamaño del potencial de relajamiento varía, pero en las células excitables es aproximadamente de -70 milivolt (mV)

El potencial de relajamiento se presenta en dos situaciones:

- La fase AT de sodio / potasio. Consiste en un bombeo que empuja dos iones del potasio (K^+) dentro de la célula por cada tres iones del sodio (Na^+) fuera de la célula, de este bombeo resulta una pérdida neta de cargas positivas dentro de la célula.

- Algunos canales de potasio en la membrana del plasma son "agujereados" permitiendo una difusión facilitada lenta de K^+ fuera de la célula (flecha roja en la Figura II.5).

Relaciones iónicas en la célula

La concentración de Na^+ fuera de la célula es unas diez veces mayor que dentro de ésta.

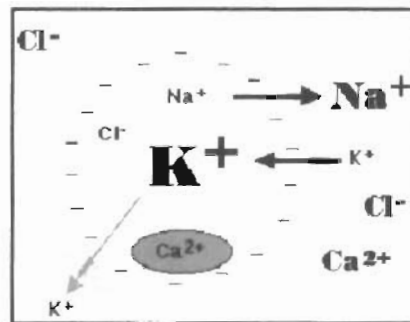


Figura II.5. Esquema de bombeo de iones.

La concentración de K^+ dentro de la célula es unas veinte veces mayor que fuera de ella.

Potencial de acción

Si la despolarización en un punto de la célula alcanza el voltaje del umbral, el voltaje reducido abrirá centenares de canales voltaje-bloqueados del sodio en esa porción de la membrana del plasma.

Durante el milisegundo que los canales permanecen abiertos, tenemos unas 7000 acometidas de Na^+ en la célula (Figura II.6).

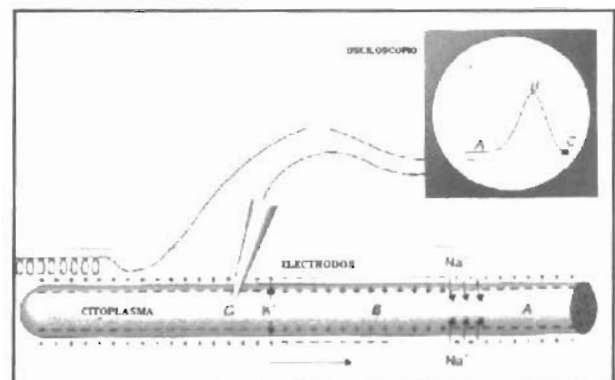


Figura. II.6. Onda de barrido de despolarización (Transferencia de iones).

FM17845



La despolarización repentina de la membrana abre más los canales del voltaje-bloqueado de sodio en las porciones adyacentes de la membrana. De esta manera, tenemos una onda de los barridos de la despolarización a lo largo de la célula (ver Figura II.6). Este es el potencial de acción (en las neuronas, el potencial de acción también se conoce como “impulso del nervio”).

Las terminaciones nerviosas de los nervios glossofaríngeo y lingual (ver Figura II.7) son las únicas que transmiten las sensaciones gustativas al cerebro, quien envía la información por medio de las neuronas^[10].

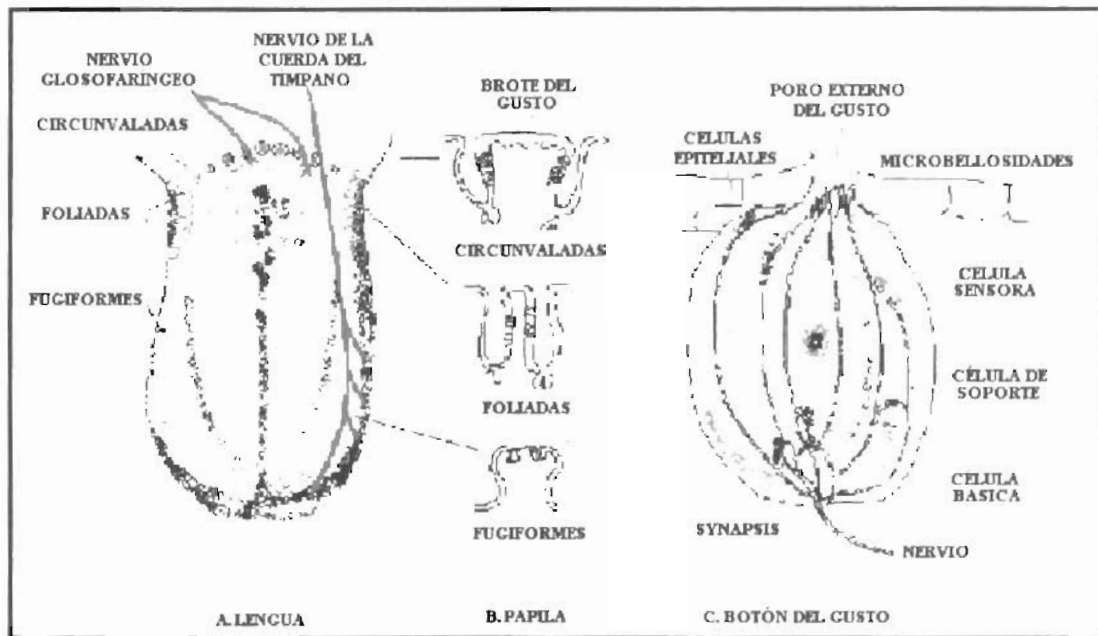


Figura II.7. Esquema de conexión nerviosa en la lengua.

Por ejemplo, con las sustancias saladas (NaCl), el receptor es un canal del ión que permite que los iones del sodio (Na^+) entren directamente en la célula. Esto lo despolariza hasta que se alcanza el umbral y se genera un potencial de acción.



Varios tipos de receptores pueden estar implicados en la detección de los protones (H^+) liberados por las sustancias agrias (ácidos). Un tipo de bloqueo del canal del potasio que interrumpe así la salida normal de K^+ , así se genera el potencial de relajación de la célula. El potencial de relajación de la célula se reduce y, si éste alcanza el umbral, se genera un potencial de acción.

Las sustancias dulces atrapan a los receptores de las G-proteína-acopladas (GPCRs) en la superficie de la célula. Actualmente esta sensación primaria no ha sido comprendida en su totalidad

El sabor amargo es estimulado por sustancias de naturaleza química diversa, que en su mayoría son tóxicas o tienen una estructura parecida a la de sustancias tóxicas. El sabor amargo tiene un valor hedónico negativo, que sirve de alarma para proteger al sujeto de la ingestión de alimentos que puedan ser tóxicos.

II.8 Trastornos del sentido del gusto

Son causados por estados que interfieren con la llegada de las partículas con sabor a las células receptoras en las yemas gustativas (pérdida del transporte), lesión de las células receptoras (pérdida sensorial), o daño a los nervios gustativos aferentes y vías gustativas centrales (pérdida neural)^[11].

Pérdida del transporte gustativo.

Se produce por xerostomía secundaria (sequedad de la boca por defecto de secreciones), incluyendo el síndrome de Sjögren, intoxicación por metales pesados y colonización bacteriana de los poros gustativos. El medio de la saliva en los receptores puede ser importante en las diversas causas de pérdida gustativa.



Pérdida de la sensación gustativa.

Son causadas por enfermedades de la cavidad bucal, por un vasto número de fármacos, en particular los que interfieren con el recambio celular, como agentes antitiroideos y antineoplásicos; radioterapia de la cavidad bucal y faringe, infecciones virales, trastornos endocrinos, neoplasias y envejecimiento.

Pérdida gustativas nerviosas.

Ocurren con neoplasias, traumatismos y operaciones, en las cuales se lesionan las fibras aferentes gustativas. Las yemas gustativas se degeneran cuando se seleccionan sus aferentes gustativos, pero permanecen cuando se cortan sus aferentes somatosensoriales.

Desde el punto de vista psicofísico, éstos trastornos del gusto pueden clasificarse según la respuesta del paciente a las mediciones sensoriales objetivas como:

- *Ageusia total*: incapacidad de detectar las cualidades de dulce, salado, amargo o ácido.
- *Ageusia parcial*: no detecta algunas sensaciones gustativas
- *Ageusia específica*: no detecta la calidad de ciertas sustancias.
- *Hipogeusia total*: la disminución a la sensibilidad a todos los gustos.
- *Hipogeusia parcial*: disgeusias la distorsión a la percepción a un sabor

Cualquier lesión que involucre directa o indirectamente al sentido del gusto puede resultar en disminución o pérdida completa de él. El problema que le da vida a este trabajo es precisamente verificar el funcionamiento de las terminaciones nerviosas del sentido del gusto mediante un instrumento para la prueba de la papila gustativa

CAPITULO

III

EL ELECTROGUSTÓMETRO

El principio de operación está basado en la generación de un voltaje de DC, onda cuadrada y senoidal que se puede rectificar para obtener media onda y onda completa, con la posibilidad de montarlas sobre un *offset*. En el siguiente diagrama de bloques se muestran las diferentes etapas con las que cuenta el equipo para la visualización y generación de la señal capaz de producir una pequeña corriente para alterar el sistema gustativo. Esta no debe ser mayor que 1.47mA, por razones de seguridad. La frecuencia de la onda cuadrada se puede controlar desde 1.2 Hz hasta 302 Hz. Para señales senoidales y señal rectificadas de media onda, se puede controlar desde 0.423 Hz hasta 102 Hz y la señal rectificadas de onda completa se controla desde 0.847 Hz hasta 206 Hz

III.1 Diagrama de Bloques

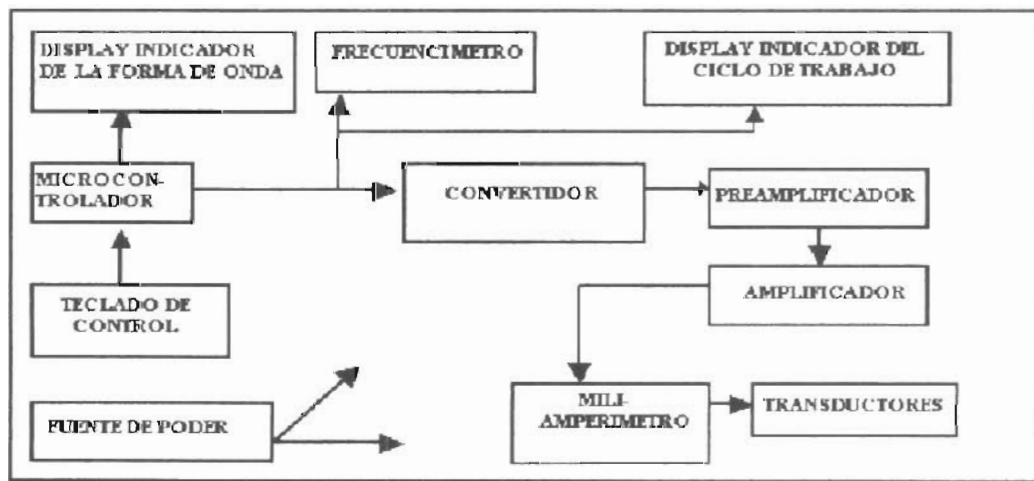


Fig. III.1. Diagrama de bloques del electrogustómetro.

En la figura se muestra el diagrama de bloques del electrogustómetro. Los bloques en los que se divide el circuito son los siguientes: Teclado de control, Microcontrolador, *Display* de Selección de forma de onda, Frecuencímetro, *Display* de Ciclo de Trabajo,

Convertidor, Preamplificador, Amplificador, Miliamperímetro, Transductores y, por último, la Fuente de Poder

Algunos de los bloques mencionados están constituidos por sub-bloques que, en conjunto, realizan la función correspondiente al bloque en el cual fueron clasificados. Al analizarlos se mencionará la función específica y el diagrama esquemático de cada uno de ellos.

Para el desarrollo de los experimentos con las sensaciones gustativas, es necesario generar una señal con determinada frecuencia y forma de onda que será establecida por el usuario. Para obtenerla, deberá seguir una secuencia de pasos para programar el equipo. Analizaremos primero cada uno de los bloques.

III.2 TECLADO DE CONTROL

El teclado de control es la interfase entre el usuario y el microcontrolador para seleccionar las diferentes funciones del equipo; se puede seleccionar la forma de onda, modificar la frecuencia, el ciclo de trabajo y el reset del equipo. El teclado está conformado por un grupo de interruptores de presión (*push-botton*) que están conectados individualmente en una configuración de lógica negativa, como se observa en la siguiente figura

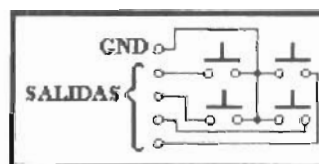


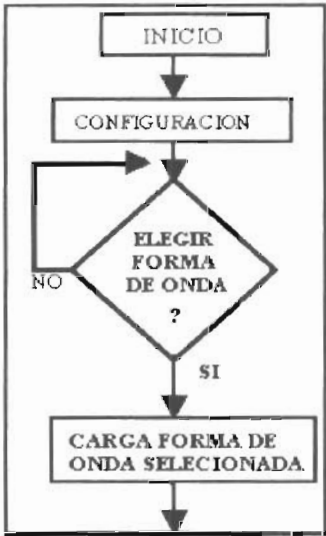
Figura III.2. Teclado de control

III.3 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador, se emplea para realizar una tarea determinada para la cual ha sido programado. Dispone de procesador, memoria para el programa y datos, líneas de entrada y salida de datos que suelen estar asociados a múltiples recursos auxiliares.

Básicamente consta de un programa más o menos complejo que da las pautas para realizar un trabajo ayudado por unos sensores y actuadores.

En las siguientes imágenes se muestran los diagramas de flujo del programa que contiene el microcontrolador, con una breve explicación del mismo.



INICIO
Inicio del programa

Se configura el microcontrolador con entradas y salidas.

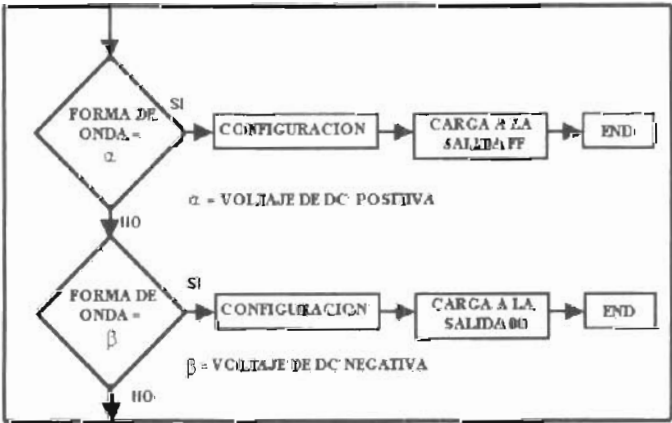
Después se elige la forma de onda

Se carga la forma de onda seleccionada.

Fig. III.3. Diagrama de flujo de inicio.

En el diagrama anterior se muestra el principio del programa en el cual se elige la forma de onda.

En los siguientes diagramas se muestra cómo se seleccionan los diferentes tipos de forma de onda.

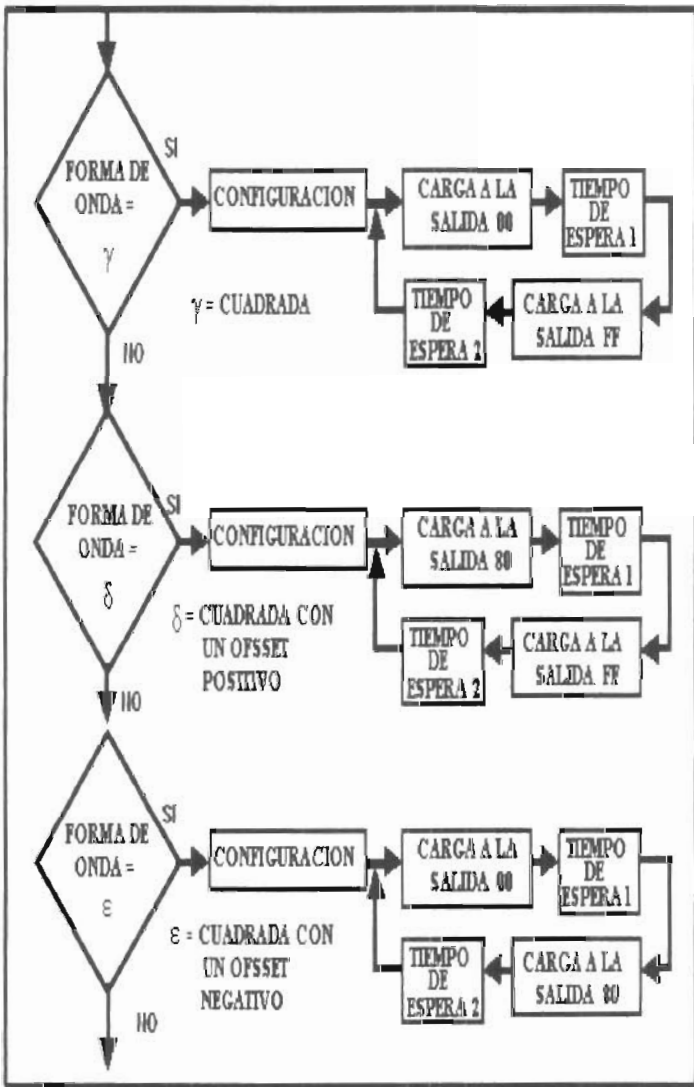


Se pregunta si la forma de la onda seleccionada es voltaje de DC positivo para configurar las entradas y las salidas, después cargar el número en la salida correspondiente a un voltaje de DC positivo.

Se pregunta si la forma de la onda seleccionada es voltaje de DC negativo para configurar las entradas y las salidas, después cargar el número en la salida correspondiente a un voltaje de DC negativo.

Figura III.4. Diagrama de flujo solamente voltaje de DC.

El valor de FF que se le carga a la salida corresponde a un valor de DC positivo; el valor de 00 corresponde a un voltaje de DC negativo y el valor de 80 corresponde a cero volts.



Se pregunta si la forma de onda seleccionada es cuadrada, para configurar las entradas y las salidas para después cargar el número correspondientes a la parte positiva en la salida se da un tiempo de espera 1 y carga el otro número a la salida que corresponda a un voltaje negativo y se da un tiempo de espera 2. Regresa a cargar un número que corresponda a la parte positiva.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es cuadrada con un *offset* positivo para configurar las entradas y las salidas para después cargar el número correspondientes a cero en la salida se da un tiempo de espera 1 y carga el otro número a la salida que corresponda a un voltaje positiva y se da un tiempo de espera 2. Regresa a cargar un número que corresponda a un cero.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es cuadrada con un *offset* negativo para configurar las entradas y las salidas para después cargar el número correspondientes a un voltaje negativo en la salida, se da un tiempo de espera 1 y carga el otro número a la salida que corresponda a cero y se da un tiempo de espera 2. Regresa a cargar un número que corresponda a un voltaje negativo.

Figura III.5. Diagrama de flujo solamente la onda cuadrada.

Para generar la señal senoidal se recurre a una subrutina para el semiciclo positivo y negativo, en el cual dividen los semiciclos en 18 puntos y se le asignan diferentes valores correspondientes al valor instantáneo de la senoide.

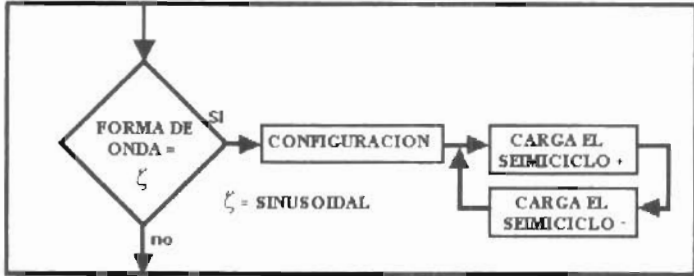


Figura III.6. Diagrama de flujo de la onda senoidal.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es senoidal para configurar las entradas y las salidas para después cargar el semiciclo positivo y después el semiciclo negativo. Regresa al semiciclo positivo.

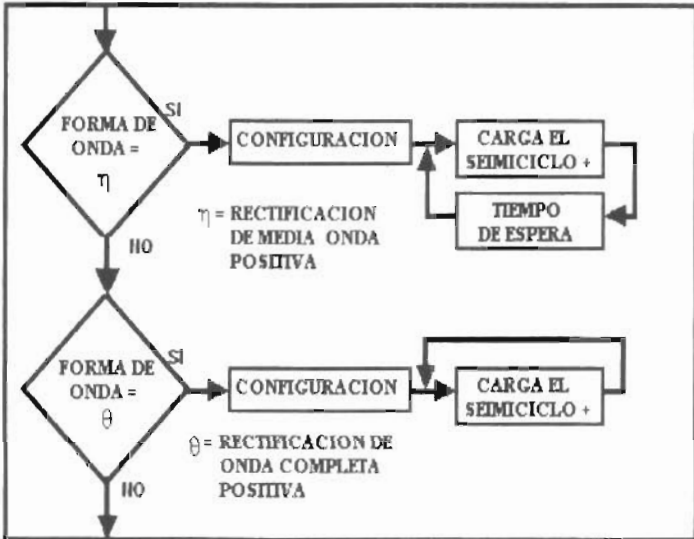


Figura III.7. Diagrama de flujo rectificación de media onda y onda completa positivas.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es rectificación de media onda positiva para configurar las entradas y las salidas para cargar el semiciclo positivo y después un tiempo de espera. Regresa al semiciclo positivo.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es rectificación de onda completa positiva para configura las entradas y las salidas para cargar el semiciclo positivo y después cargar otra vez el semiciclo positivo.

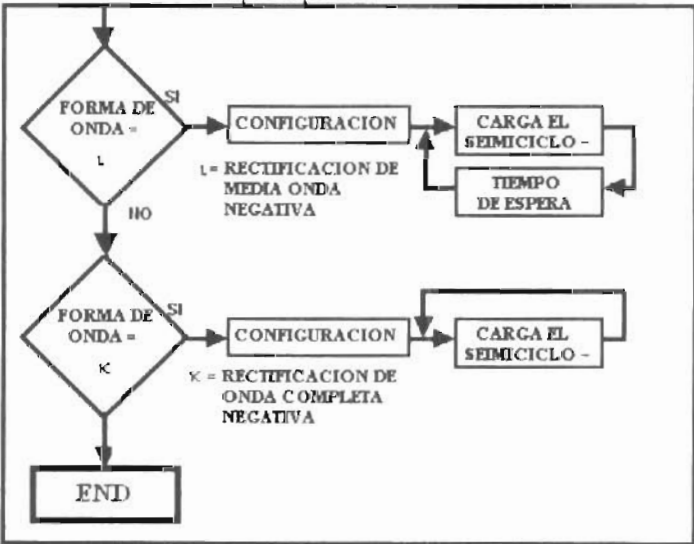


Figura III.8. Diagrama de flujo rectificación de media onda y onda completa negativas.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es rectificación de media onda negativa para configurar las entradas y las salidas para cargar el semiciclo negativo y después un tiempo de espera. Regresa y carga el semiciclo negativo.

Se pregunta si la forma de onda seleccionada es rectificación de onda completa negativa para configurar las entradas y las salidas para cargar el semiciclo negativo y después cargar otra vez el semiciclo negativo.

FIN DEL PROGRAMA

En los diagramas de flujo presentados se muestran los diferentes tipos de señal. En caso de que se tengan que modificar su frecuencia o su ciclo de trabajo, se tendrá que recurrir a interrupciones para modificarlas dejando lo que está haciendo y verificar por qué se produjo la interrupción.

En el siguiente diagrama de flujo se analizará la forma de cambiar la frecuencia y el ciclo de trabajo por medio de interrupciones.

INTERRUPCIONES

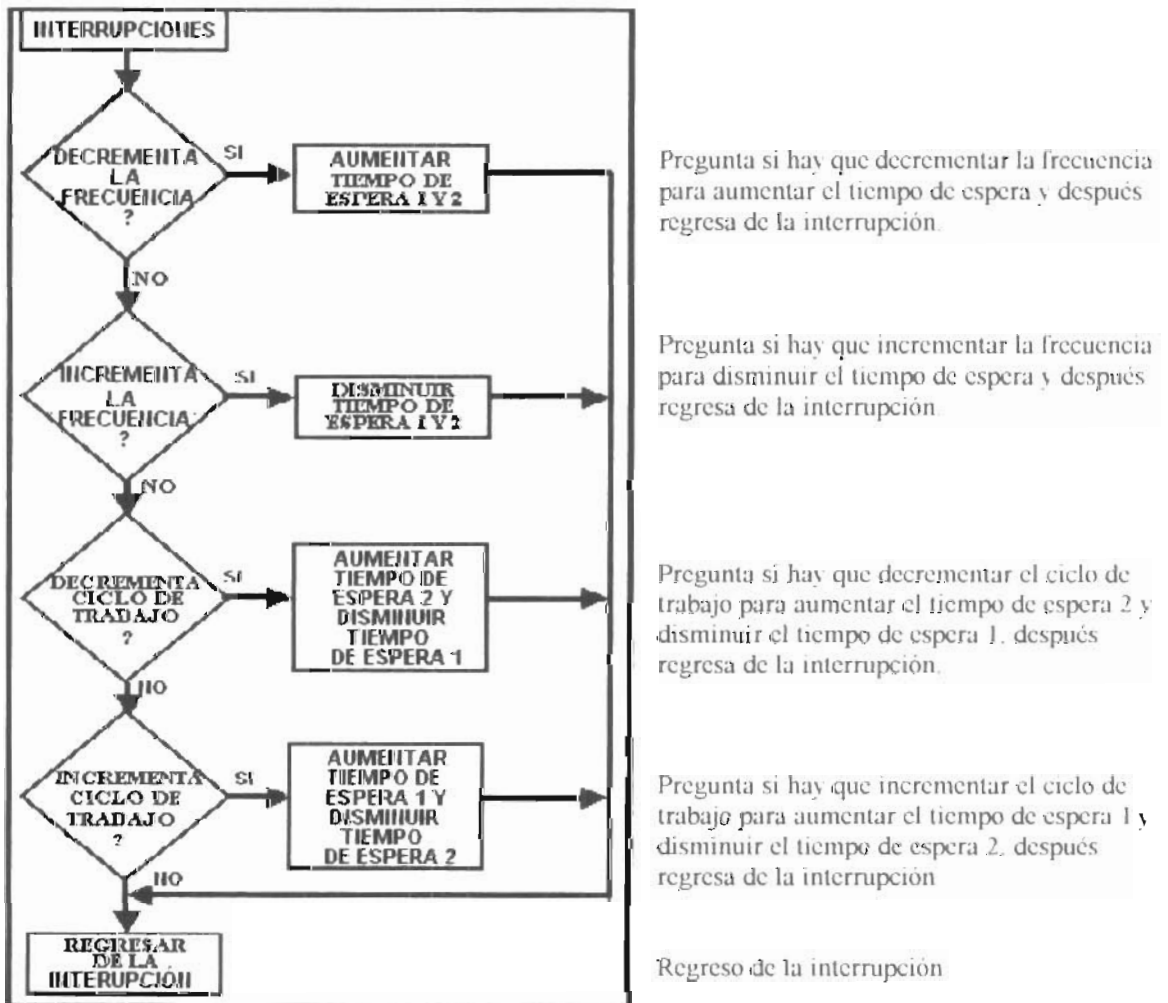


Figura III.9. Diagrama de flujo de las interrupciones.

III.4 DISPLAY DE SELECCIÓN DE LA FORMA DE ONDA

Esta etapa tiene la finalidad de indicar el tipo de señal que esta generando el microcontrolador. En la figura III.10 se muestra el diagrama del 4017 que es utilizado para indicar el tipo de señal; contiene cinco subunidades biestables que se interconectan en un patrón conocido como contador Johnson. Las salidas de los biestables se descifran para dar las diez salidas individuales, cada una conectada a un led que indica la forma de onda.



Figura III.10. Diagrama del display indicador de forma de onda

La entrada del reloj y del reset del 4017 proviene del microcontrolador. Un tren de pulsos generados también en el microcontrolador proporcionara la entrada de reloj del contador que seleccionará cuál led encenderá. El reset del contador es el mismo del equipo que al presionarlo reinicia todo el sistema

III.5 FRECUENCÍMETRO

Generar una señal de determinada frecuencia es necesario para el desarrollo de los experimentos que se pretende llevar a cabo con el electrogustómetro y es completamente indispensable conocer con precisión el valor de la misma. Uno de los métodos mas directos para medir la frecuencia de una señal de pulsos es el que usa el principio ilustrado en la siguiente figura.

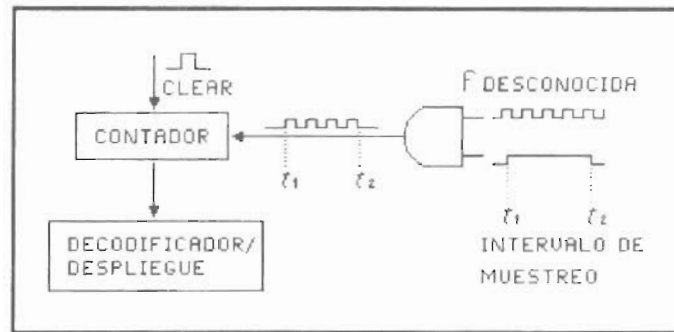


Figura III.11. Principio de funcionamiento del frecuencímetro.

Aquí, un contador es alimentado por la salida de una compuerta AND. Las señales de entrada aplicadas a esta compuerta son la señal de pulsos cuya frecuencia ha de medirse y un pulso de muestreo, que es alto entre los tiempos t_1 y t_2 . Durante este intervalo, llamado intervalo de muestreo, los pulsos cuya frecuencia deseamos conocer aparecerán en la salida AND y serán contados por el contador. Nótese que la salida es alta en el intervalo t_1 - t_2 .

Después de t_2 , la salida AND permanece baja, por lo tanto, el contador deja de funcionar. Así, el contador ha registrado el número de pulsos que han ocurrido durante el intervalo de muestreo t_1 - t_2 y el contenido del contador es una medida directa de la frecuencia de la onda de pulsos.

La precisión de este método es casi enteramente dependiente de la duración del intervalo de muestreo, que debe ser controlado con precisión. El método usado comúnmente para obtener pulsos de muestra precisos, es utilizando un oscilador de cristal. Para determinar la duración del pulso de muestreo se utilizó el microcontrolador.

En la figura se presenta el diagrama que nos proporciona la base de tiempo del frecuencímetro.

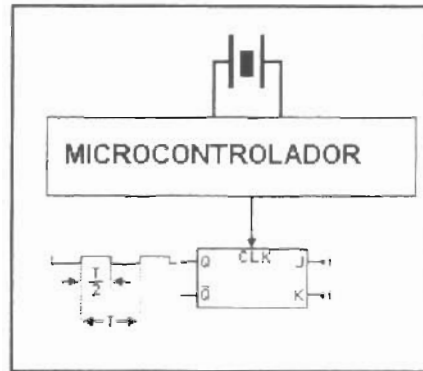


Figura III.12. Diagrama de bloques de la base de tiempo.

Un cristal de cuarzo se usa para generar una onda cuadrada que servirá al microcontrolador como pulsos de reloj que determinarán el tiempo que utilizará para realizar una instrucción; en nuestro caso, internamente se tiene un programa para generar la base de tiempo del frecuencímetro. Hay que hacer notar que la frecuencia de la base de tiempo utilizada es tan precisa como la frecuencia del cristal a la entrada del microcontrolador

En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques del frecuencímetro utilizado en este equipo.

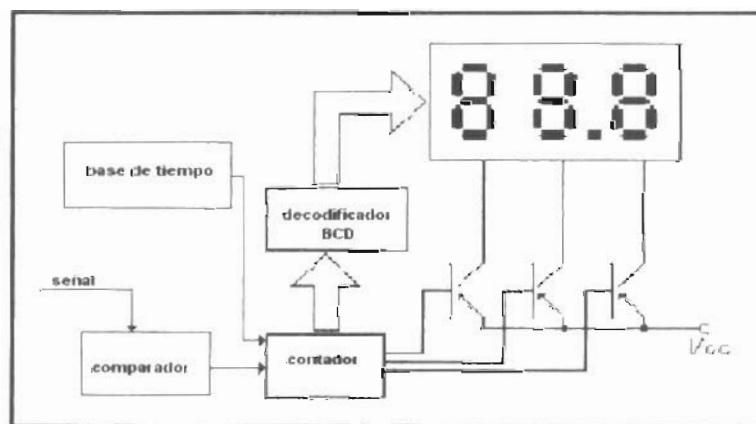


Figura III.13. Diagrama de bloques del frecuencímetro.



El frecuencímetro del electrogustómetro ha sido diseñado de la forma más simple posible. Se utilizó un circuito para generar la base de tiempo, un comparador, un contador, un decodificador de BCD y display de siete segmentos.

Con sólo una de las salida del microcontrolador se proporciona la base de tiempo y las otras salidas del microcontrolador se utilizan para tener control sobre otros dispositivos. Las terminales de *reset* y *strobe* del contador desplazador decimal MC4017 son utilizadas en lugar del FF de la figura III.12.

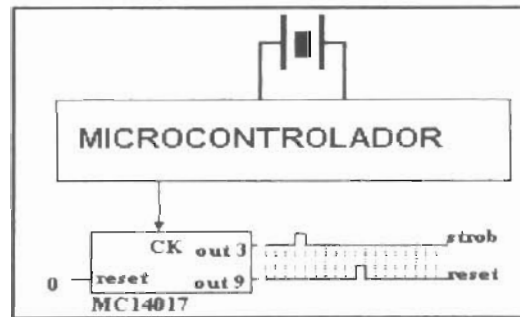


Figura III.14. Diagrama de bloques del circuito de base de tiempo utilizando un microcontrolador.

Los impulsos de *reset* y *strobe* suceden en el tiempo, en orden alternativo, que es coincidente con el tiempo que se permite al contador sumar los impulsos aplicados a su terminal de *clock*.

La señal de entrada al frecuencímetro es la salida del comparador que se utiliza para convertir una señal analógica a una señal digital, dejándola con la misma frecuencia o ciclo de trabajo. La entrada del comparador proviene de la salida del equipo, para que su conversión sea en tiempo real, con una amplitud de 18Vpp para señales cuadradas y senoidales; para las otras formas de onda su amplitud es de 9Vpp, con el que nos aseguramos del correcto funcionamiento del comparador



en el cual la señal se encuentra en un nivel alto o bajo, incrementando Δt_1 y decrementando Δt_2 , o viceversa.

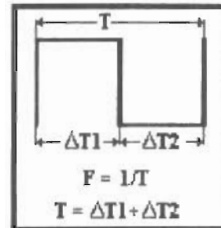


Fig. III.17. En Δt_1 el voltaje se mantiene en nivel alto, con Δt_2 en el nivel bajo.

Para la visualización del ciclo de trabajo, se utilizó el microcontrolador, contadores y decodificadores de BCD, los cuales están conectados a un *display* en el que se exhibe el porcentaje, en número decimal, del ciclo de trabajo.

Cabe hacer mención que sólo se controla el ciclo de trabajo para la forma de onda cuadrada.

En la figura III.18 se muestra el diagrama de bloques del circuito que se encarga de mostrar el ciclo de trabajo.

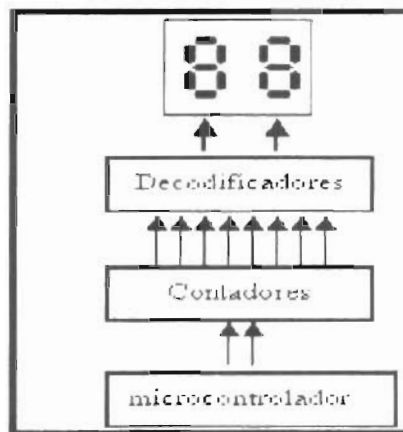


Figura III.18. Diagrama del circuito para la indicación del ciclo de trabajo.

Se utilizó al microcontrolador para proporcionar el pulso de inicio y los pulsos para incrementar o decrementar los contadores.

El contador utilizado es uno especial del tipo BCD, que se utiliza ampliamente en aplicaciones donde los pulsos o sucesos van a ser contados y los resultados exhibidos en algún tipo de dispositivo de visualización numérica decimal.

En la figura III.19. se muestra el diagrama lógico y la descripción de funcionamiento.

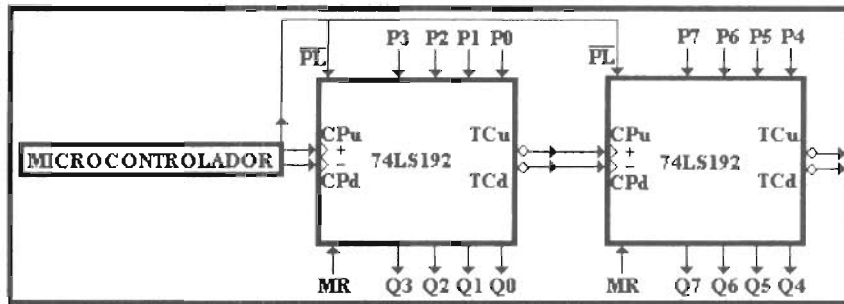


Figura III.19. Diagrama contador del ciclo de trabajo.

Este circuito se puede describir como un contador ascendente / descendente preinicializable MODULO-10 con conteo asíncrono y reiniciación maestra asíncrona. Las entradas de reloj, conteo ascendente (CPu.), conteo descendente (CPd.) y entrada de carga paralela (PL) asíncrona están controladas por el microcontrolador para manipular el inicio y la dirección del contador. El master reset (MR) esta conectado a la tierra del equipo.

Las salidas de conteo regular siempre están presentes en Q3 a Q0, que son las menos significativas (LSB), y las Q7 a Q4 son las más significativas (MSB); éstas se conectarán a un decodificador

El porcentaje inicial de la onda cuadrada es del 50%; la variación del ciclo de trabajo es del 2% por cada pulso recibido. Esto es, que por cada pulso que le apliquemos, podremos incrementar o decrementar el 2%.

En las fotografía se muestra la forma de onda cuadrada con un ciclo de trabajo del 10% y del 90% lo cual indica en el *display* un número 10 ó 90.

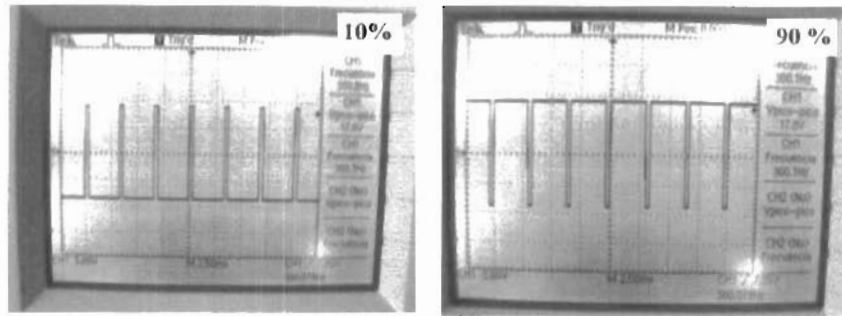


Figura III.20. Fotografías del ciclo de trabajo del 10% y 90% vistas en tiempo real.

III.7 CONVERTIDOR

La conversión (D/A) es el proceso de tomar el valor representado en código digital (como el código binario) y convertirlo en voltaje o corriente que sea proporcional al valor digital.

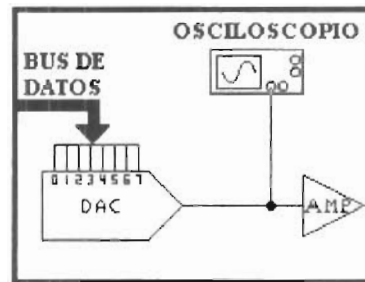


Figura III.21. Diagrama del convertidor D/A.

La salida de datos de 8 bits del microcontrolador proporciona el valor digital en las entradas del convertidor para convertir los datos en corriente.

La corriente que proporciona al DAC se calcula con la fórmula:

$$I_{FS} \approx \frac{V_{REF}}{R_{REF}} \times \frac{255}{256}$$

$$I_0 + \bar{I}_0 = I_{FS}$$

$$R_{REF} = R$$

La salida pasa a la etapa preamplificadora para acoplar la señal y no tener caída de corriente.

III.8 PREAMPLIFICADOR

Esta etapa contiene tres diferentes bloques: el preamplificador, filtro pasabajas y selección de la señal.

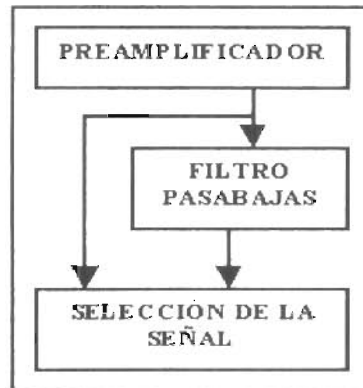


Figura III.22. Diagrama de bloques de la etapa preamplificadora.

Preamplificador

El preamplificador se utiliza para acoplar impedancias ya que su principal característica es poseer una gran impedancia de entrada, por lo cuál la corriente que entra a sus terminales es prácticamente cero; en la figura III.23 se muestra el circuito de un preamplificador que se utiliza para acoplar la señal entre el DAC y la entrada de selección de la señal o la entrada del filtro pasabajas.

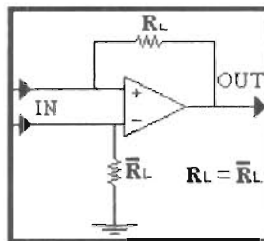


Figura III.23. En el dibujo se muestra el preamplificador.



Filtro pasabajas

El filtro que se utiliza es el filtro *butterworth* de segundo orden por que exhibe una transmisión que decrece de forma monótona

Una de las principales características es que en la banda de paso no tiene oscilaciones y la frecuencia de corte disminuye en razón de 40 dBs por década. La señal senoidal se tendrá que pasar por un filtro pasabajas para suprimir frecuencias mayores que genera el convertidor y así suavizar la señal. La frecuencia de corte que deja pasar el filtro es de 500 Hz.

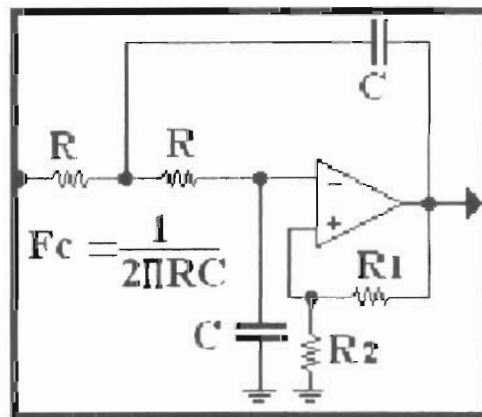


Figura III.24. Diagrama del filtro pasabajas.

La ganancia que proporciona el filtro está dada por las resistencias R1 y R2 de la figura III.24. En las fotografías se muestran la señal antes y después de pasar por el filtro pasabajas.

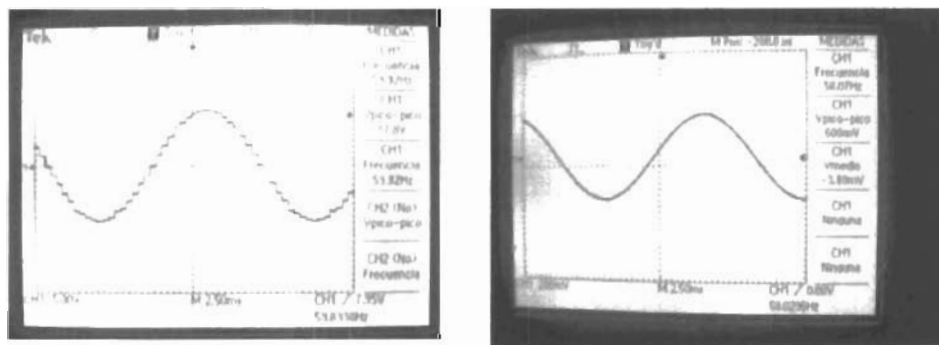


Figura III.25. La señal antes del filtro pasabajas y después de él.



Selección de señal

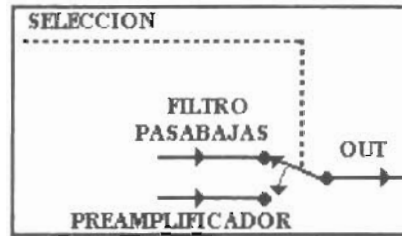


Figura III.26. Diagrama de la selección de filtrado.

La selección de la señal es necesario, pues no queremos que la señal de onda cuadrada sea interpolada por el filtro pasabajas. Esta selección esta controlada por el microcontrolador para activar la etapa de filtrado sólo en las señales analógicas.

III.9 AMPLIFICADOR DE CORRIENTE

En los electrodos utilizados como transductores se tiene una impedancia baja debido a la naturaleza química de la saliva, por lo que se requiere una etapa que amplifique la corriente; pero sobre todo, para acoplar impedancias entre las diferentes etapas.

El amplificador de corriente se usa para acoplar la impedancia de salida del sistema, haciendo que la impedancia de entrada sea muy grande y la impedancia de salida sea muy baja.

Uno de los amplificadores de corriente más utilizados es el amplificador operacional en configuración de ganancia unitaria, el cual, como su nombre lo indica, no amplifica voltaje pero por sus características la salida presenta una baja impedancia, por lo que podemos utilizarlo como amplificador de corriente.

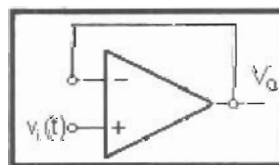


Figura III.27. Diagrama del amplificador de corriente.

Otro factor importante en su implementación es que la corriente de entrada, es prácticamente nula.

III.10 MILIAMPERÍMETRO

Una variable importante de registrar es la corriente que circulará entre los electrodos, ya que de la magnitud que se obtenga, se puede inferir el estado de la papilas gustativa. El miliamperímetro que se utiliza es el de un multímetro externo marca FLUKE, que proporciona una alta resolución y gran sensibilidad para registrar pequeños cambios aún en corriente alterna.

III.11 TRANSDUCTORES

Son dos electrodos de acero inoxidable 316, el cual es anticorrosivo a los ácidos y que se recomienda para uso clínico. Uno de ellos es cubierto por una funda de polígar, que es fisiológicamente inerte o no tóxico y cumple con las prescripciones de la *F.D.A.* (Administración de Drogas y Alimento 21 CFR), por lo que se recomienda para el manejo de alimentos por que no genera bacterias, no guarda olores ni sabores y además es fácil de desinfectar. La finalidad principal para su uso, es por ser un aislante, que entre otras características es resistente a la temperatura y al ataque de los químicos, lo cual facilita su esterilización e higiene en su uso, facilitando su registro sin interferir en los resultados por su posible contaminación.

III.12 FUENTE DE PODER

Todos los dispositivos electrónicos tienen requerimientos específicos de voltajes y corrientes de operación. Para que el paciente no se encuentre en contacto directo con la línea de alimentación, lo cual puede exponerlo a recibir choque eléctrico con resultados fatales, la fuente de poder del aparato está diseñada para trabajar con una batería. A través de unos convertidores de DC a DC, la batería es capaz de proporcionar un voltaje de ± 15 V de corriente directa.

En el siguiente diagrama de bloques se muestra la fuente de poder

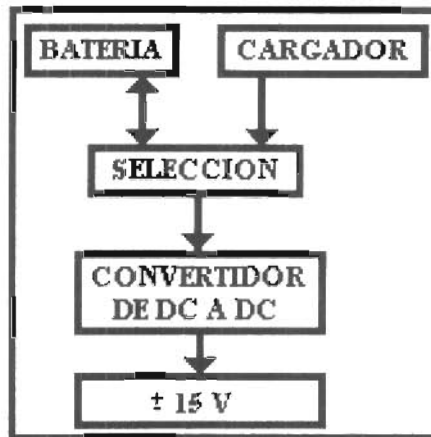


Figura III.28. Diagrama de la fuente de poder.

Bateria

La batería que se utiliza es un acumulador, o batería de electrolitos, que nos proporciona un voltaje de +12 V con una corriente de 4 A/h.

Cargador

El principio de funcionamiento del cargador es que proporciona una carga con corriente constante. Para el monitoreo de la batería, se utiliza un simple comparador al cual se le ajusta la ventana de histéresis. Una característica importante de este cargador, es que cargará la batería sólo cuando el equipo está apagado, lo que proporciona una medida más de seguridad para el paciente, ya que éste queda aislado por el transformador del cargador y, además, por un interruptor controlado desde el encendido del electrogustómetro.

El cargador sólo se utiliza cuando el voltaje de operación de la batería está por debajo de los 11volts y se desconecta automáticamente cuando la carga sobrepasa los 13volts. Este rango de operación se hace por medio del comparador con histéresis.

Selección

La selección de la batería y del cargador es necesario para desconectar el equipo de la línea, además de seleccionar si nos va a proporcionar el voltaje para el convertidor o si la corriente del cargador va a la batería.

Convertidor

El convertidor es uno de DC a DC de estado sólido, el cual se alimenta con el voltaje de 12 volts de la batería para obtener un voltaje simétrico de ± 15 volts.

CAPITULO

IV



CARACTERIZACION

IV.1 TECLADO DE SELECCIÓN

Como se mencionó anteriormente en el diagrama a bloques, el microcontrolador es el encargado de generar la forma de onda, frecuencia y ciclo de trabajo con la que se quiere trabajar; todas estas variables se controlan por medio de un teclado que trabaja con lógica negativa, el cual se puede apreciar en la siguiente fotografía.

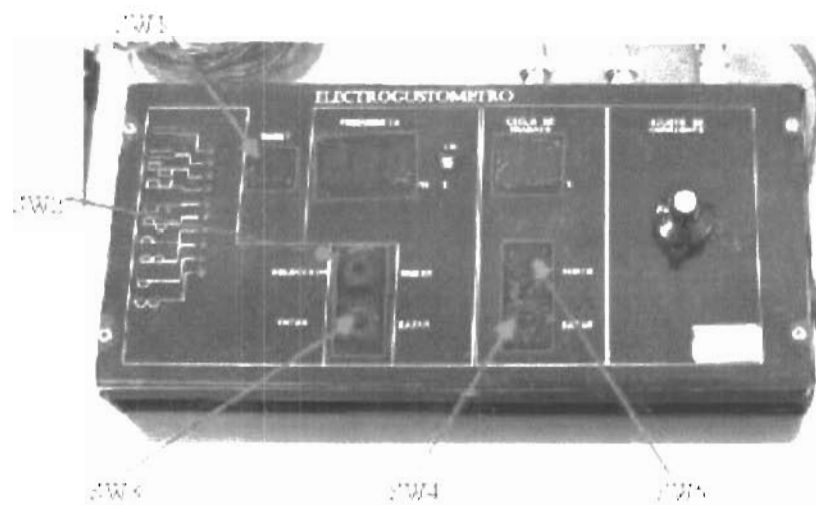


Figura IV 1 Ubicación del teclado.

IV.2 PASOS PARA PROGRAMAR EL ELECTROGUSTÓMETRO

Con solamente 5 interruptores en el equipo, tenemos la posibilidad de producir un *reset* y programar nuestro equipo.

- 1) *SW1* produce un *RESET* en el sistema, lo que nos asegura que todos los registros del microcontrolador están en ceros.
- 2) *SW2* selecciona la forma de onda; una vez hecho esto, se confirma la selección con *SW3*
- 3) La frecuencia se ajusta con *SW2* y *SW3*, que incrementa o decrementa respectivamente.

- 4) Para seleccionar el ciclo de trabajo se utilizan *SW4* y *SW5*, que son para decrementar o incrementar, en ese orden, el ciclo de trabajo

En el caso de que hubiera la necesidad de cambiar la forma de onda en este punto, se tendrá que oprimir un “*reset*” y volver a los pasos de programación iniciales.

Como se pudo observar, los interruptores *SW2* y *SW3* sirven para la selección de la forma de onda y para modificar la frecuencia.

IV.3 DISPLAY INDICADOR DE LA FORMA DE ONDA

La forma de onda se observa por medio de unos leds que cambiarán cuando sea oprimido *SW1*. Primero se muestra la corriente directa positiva, después la corriente directa negativa, la onda cuadrada de alterna, onda cuadrada positiva, onda cuadrada negativa, senoidal, rectificación de media onda y onda completa positiva y, por último, rectificación de media onda y onda completa negativa. En todas ellas el voltaje de salida será en el rango de $\pm 9V_{pp}$.

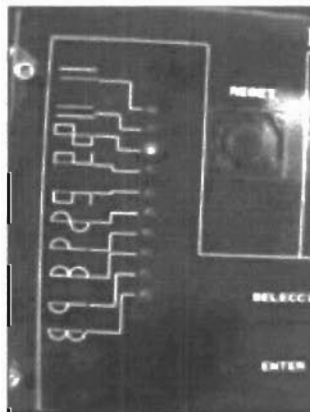


Figura IV.2. En la figura se muestra el display indicando la forma de onda

IV.4 FRECUENCÍMETRO

Como se dijo anteriormente, en el frecuencímetro se visualiza la frecuencia correspondiente a la cual se va a trabajar. Cuenta con un interruptor de presión para la base de tiempo, lo cual nos garantiza una lectura correcta para frecuencias bajas. La base



de tiempo es de 1 segundo y 10 segundos. Se recomienda la base de tiempo de 10 seg. para el rango de frecuencias de 40 hz hacia abajo.



Figura IV.3. En la imagen se muestra el display del frecuencímetro donde se observa el interruptor para seleccionar la base de tiempo de 1 y 10 segundos.

En esta imagen (figura IV.4) se aprecia la tarjeta del frecuencímetro. Este fue caracterizado con un osciloscopio TEKTRONIX modelo TDS 1002.

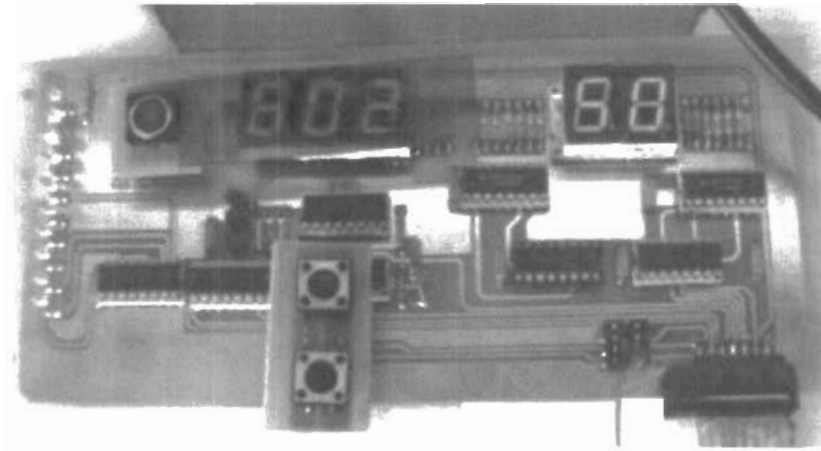


Figura IV.4. Tarjeta del frecuencímetro

IV.5 CICLO DE TRABAJO

Como se mencionó en el capítulo anterior, el ciclo de trabajo sólo afecta a la onda cuadrada; el ciclo de trabajo inicial, al encender el equipo, es de 50% y sus incrementos o decrementos serán de un 2%, teniendo como máximo un 98% y un mínimo de 2%.

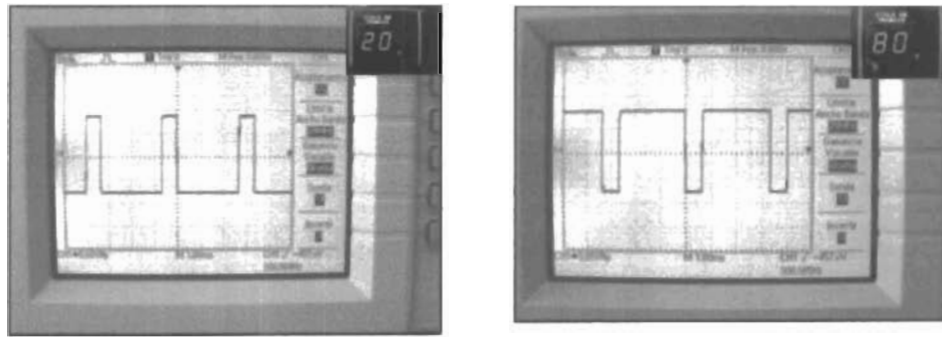


Figura IV.5. En las fotografías, el ciclo de trabajo de 20 y 80 % se visualiza directamente en el display y corresponde a lo indicado en el osciloscopio.

IV.6 CONVERTIDOR

En esta etapa, los datos digitales del microcontrolador se convierten, a través del DAC, en una señal analógica; las señales que produce el equipo se observan en las siguientes fotografías.

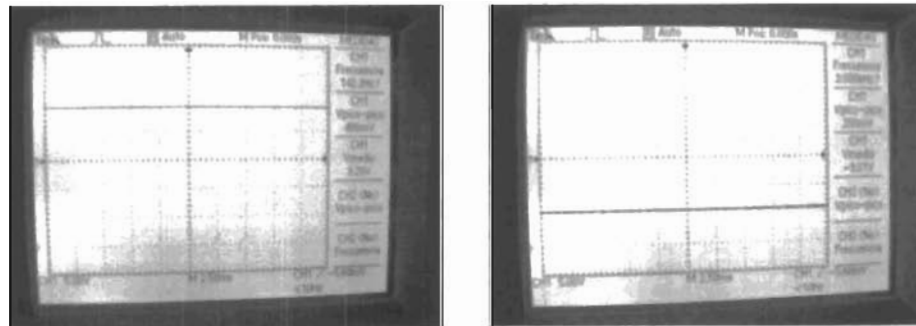


Figura IV.6. Imágenes de voltaje en DC positivo y voltaje negativo.

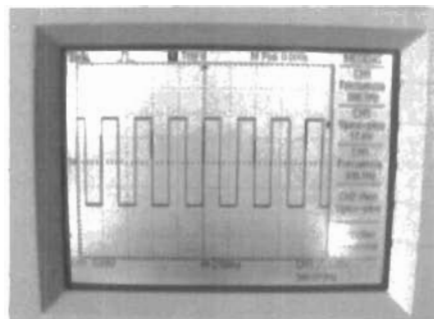


Figura IV.7. Forma de onda cuadrada.

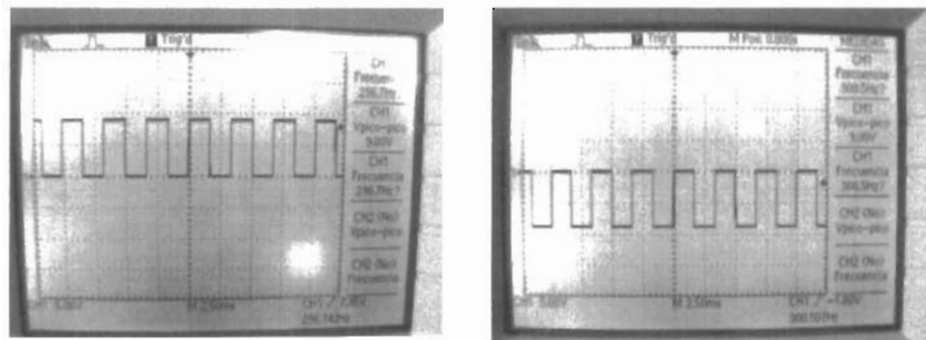


Figura IV.8. Onda cuadrada con un offset positivo o negativo.

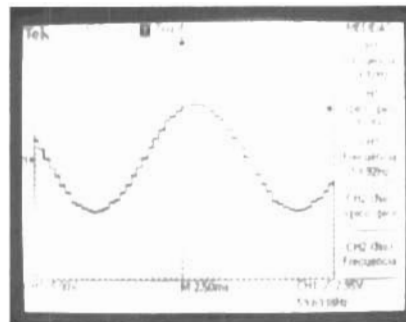


Figura IV.9. Onda senoidal a la salida del DAC

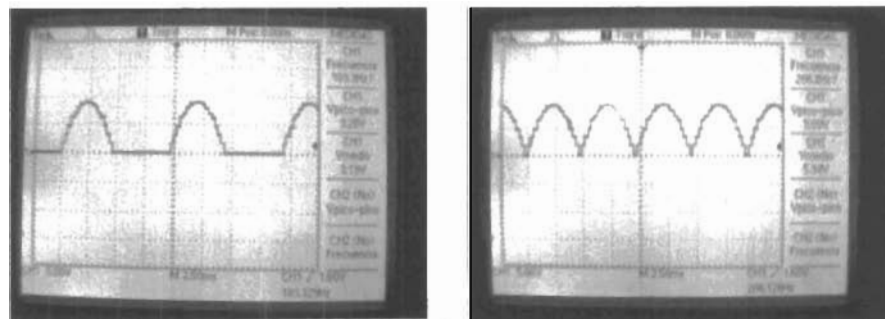


Figura IV.10. Rectificación de media onda y onda completa positiva.

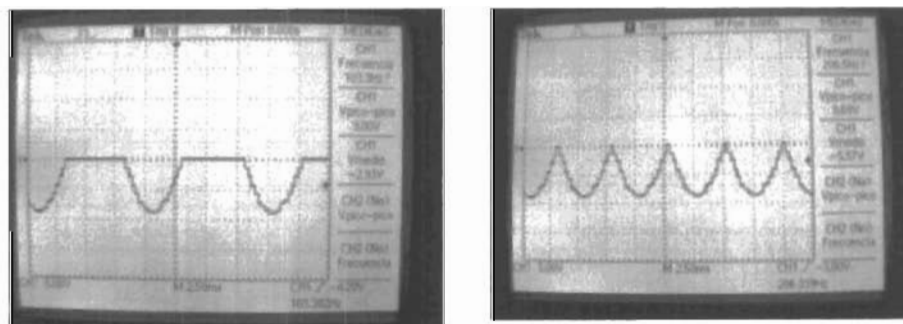


Figura IV.11. Rectificación de media onda y onda completa negativa



IV.7 PREAMPLIFICADOR

Anteriormente, se ejemplificó cómo en la salida del convertidor se observa la señal senoidal o rectificada con cambios abruptos que deben de interpolarse con un filtro pasabajas; en los casos de la onda cuadrada o voltaje directo, no será necesario la interpolación.

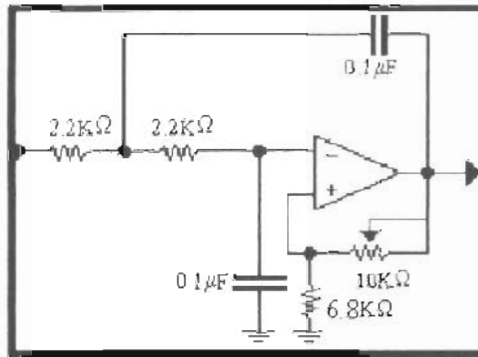


Figura IV.12. Diagrama esquemático del filtro pasabajas butterworth empleado

III.8 AMPLIFICADOR DE CORRIENTE

Esta etapa consta de un amplificador seguidor de tensión, que proporciona un acoplamiento de impedancias entre la etapa del preamplificador y los electrodos a la salida. Aquí se utiliza para ajustar la corriente un potenciómetro multivoltas que proporciona un control desde 4.4 μ A hasta 1.47 mA

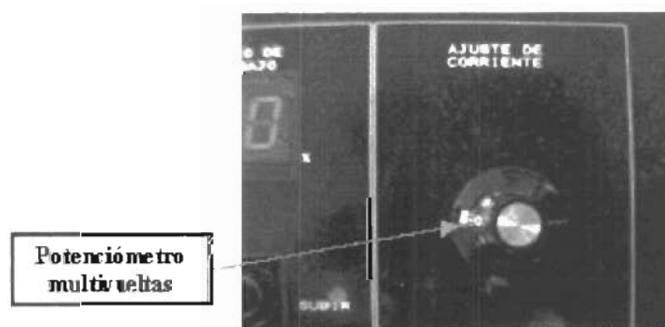


Figura IV.13. Control de la corriente de la etapa amplificadora

IV.9 MILIAMPERÍMETRO

El miliamperímetro que se utiliza es un multímetro externo marca FLUKE 177. Se decidió por esta opción, ya que puede medir pequeños cambios de corriente aún cuando la frecuencia sea de 2.5 Hz. Recordemos, que ésta es una de la variables más

importantes que debemos de tomar en cuenta para determinar el estado de las papilas gustativas.

Los cables que van del electrogustómetro al multímetro tienen en un extremo un conector BNC y en el otro, conectores banana con lo que evitamos un posible error al conectarlo. En las imágenes de la figura IV.14 se muestran los conectores que están en la parte superior del electrogustómetro y la conexión con el multímetro.

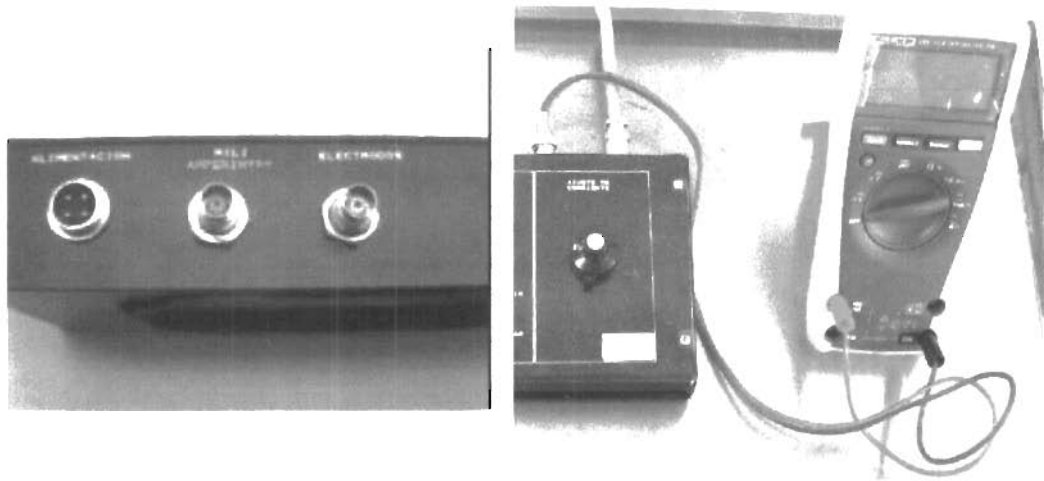


Figura IV.14. Fotografías de la salida del electrogustómetro hacia el multímetro con su cable BNC

IV.10 TRANSDUCTORES

Los transductores utilizados son dos electrodos de acero inoxidable 316, uno de ellos aislado con una cubierta de polígar. Este material tiene propiedades que soporta los procesos de esterilización, además de la propiedades dieléctricas que se requieren. Al final se anexa las especificaciones del mismo.

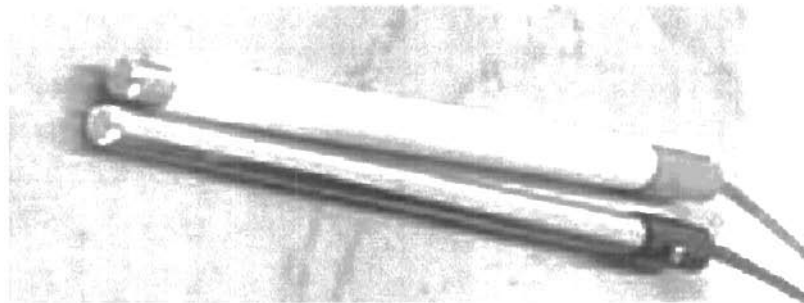


Figura IV.15. Se observa los electrodos uno de ellos cubiertos por el polígar



IV.11 FUENTE DE PODER

Como se menciona en el capítulo anterior, la fuente de poder consta de una batería, un cargador, una etapa de selección y un convertidor de DC a DC el cual nos va a proporcionar el voltaje requerido de ± 15 volts necesarios para el funcionamiento del equipo.

En las fotografías de la figura IV.16 se muestra la fuente de poder con sus indicadores de carga de línea, del estado de la batería y su interruptor



Figura IV.16. Vista frontal de la fuente de poder y la parte posterior donde se muestra su fusible de protección y su conector para el electrogustómetro

En la siguiente figura IV.17 se muestra dónde están situados cada uno de los componentes de la fuente de poder, con excepción del convertidor, que se encuentra en la caja del electrogustómetro.

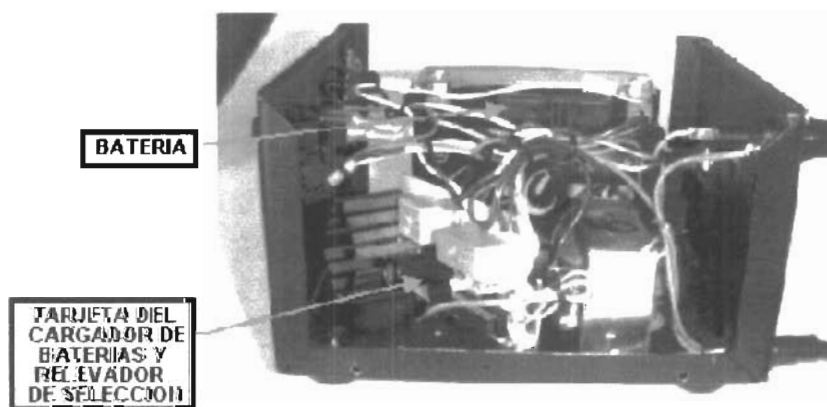


Figura IV.17. La fuente de poder vista desde el interior

CAPITULO

V

Conclusiones

Se cumplió el propósito de este trabajo del diseño y la construcción de un equipo (electrogustómetro) que permite verificar la sensibilidad de las papilas gustativas.

Fue indispensable familiarizarse con diversas herramientas de instrumentación para el desarrollo de este trabajo, donde hubo la necesidad de elaborar dos prototipos que generaran señales de DC y señales cuadradas bajo el mismo principio; estos prototipos sirvieron para desarrollar un electrogustómetro que fuera capaz de generar diferentes tipos de señales, pero conforme se le agregaban estas señales, su diseño y su manejo se hacían más complejo.

Debido a estas dificultades, se tuvieron que quitar algunas señales y dejar sólo voltaje de DC, señales cuadradas y señales senoidales, que pueden rectificarse para obtener señal de media onda y onda completa con la posibilidad de montarlas sobre un *offset*.

Con la realización de este trabajo se creó una colaboración con la Facultad de Estomatología, Facultad de Ciencias e Instituto de Física, lo que permitirá abrir nuevas líneas de investigación.

Es importante resaltar los siguientes puntos:

- Considerando la investigación realizada en el diseño y construcción del electrogustómetro, es importante la fase de prueba que está realizando la Facultad de Estomatología en el área clínica de cirugía bucal; ésta ha arrojado resultados parciales que permiten afirmar la utilidad del electrogustómetro en la salud pública, pues permitirá verificar las sensaciones del sentido del gusto.

- El equipo se encuentra en la fase de verificación, con los valores reportados en artículos recientes, para una corriente de CD entre 10 – 50 Hertz en sujetos sanos. Además, se espera identificar los rangos de 50 – 100 Hertz y de 100 – 300 Hertz.
- Posteriormente se hará una investigación más completa en pacientes con:
 - Confusión gustoolfatorias en pacientes con hiposmia (pérdida del gusto percibida o disgeusia estimulada con funciones gustativas normales y olfatorias anormales).
 - Disgeusia o parageusia secundaria (función gustativa y olfatoria normal).
 - Trastornos del gusto.
 - Anormalidades idiopáticas del gusto.
 - Alteraciones de la función gustativa relacionadas con la edad
 - Trastornos que afectan las estructuras sensoriales del gusto.
 - Lesiones que afectan las vías centrales del gusto.
 - Trastornos metabólicos.
 - Fumadores.
- Además, se espera identificar el umbral de gusto y la correlación entre el gusto del lado izquierdo y derecho de la lengua, que contribuirá al conocimiento más amplio sobre el sentido del gusto.
- Las limitaciones del **ELECTROGUSTÓMETRO** MB están en función de correlacionar los resultados que se obtengan de la fase de experimentación.

ANEXOS

ANEXO 1



1. DISGEUSIA O PARAGEUSIA SECUNDARIA

- ***Amigdalitis***

Infección de la mucosa y el tejido linfoide de faringe y amígdalas. El agente etiológico más común en la faringitis es un virus, y en ocasiones éstos agentes pueden ser bacterias que provocan dolor de garganta y alterando el sistema gustativo.

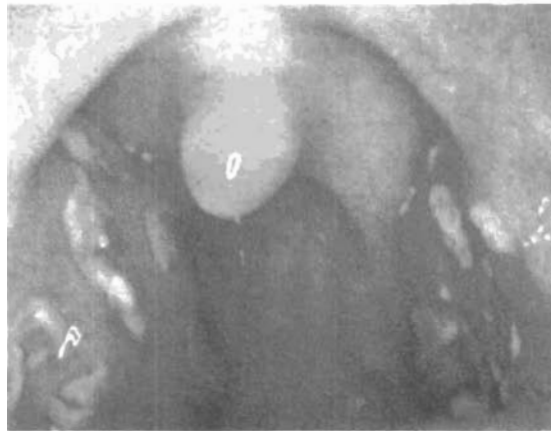


Figura. A.1. Amigdalitis.

- ***Gingivitis necrotizante ulcerativa aguda***

Pueden diseminarse a las superficies marginales adyacentes de la lengua y producir efectos necróticos irregulares característicos, en especial si se traumatiza la lengua por bordes dentales ásperos y dientes rotos.



Figura A .2. Gingivitis necrotizante ulcerativa aguda.

- ***Gingivostomatitis***

Un episodio febril agudo con boca ardorosa, rechazo del alimento y gingivostomatitis ulcerosa por virus herpes simple.



Figura A.3. Gingivostomatitis.

- ***Retención de alimentos***

Las sustancias con sabores desagradables o raros se producen en la boca como resultado de la fermentación bacteriana en placas dentales y de sustancias en espacio sublingual, provocando un sabor raro, daño a los dientes y disgeusia secundaria.

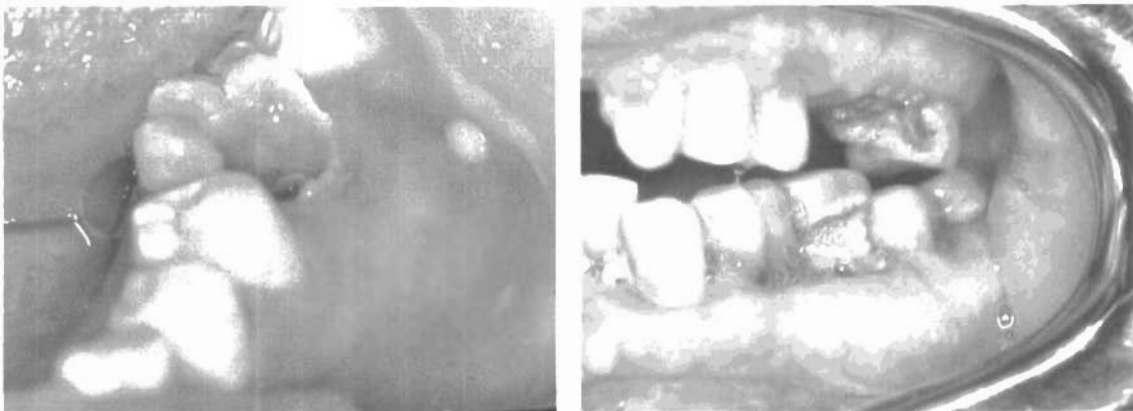


Figura A.4. Retención de alimentos



2. TRASTORNO QUE AFECTAN LA ESTRUCTURA SENSORIAL DEL GUSTO

- ***Glositis***

A pesar de la superficie dorsal muy queratinizada, la mucosa de la lengua es afectada por los mismos procesos inflamatorios y degenerativos que ocurren en cualquier otra parte de la cavidad bucal. Con frecuencia se utiliza este término para describir alteraciones linguales, en particular aquellas en que algunas porciones de la lengua están desnudas o más rojas de lo usual.



Figura A.5. Glositis.

- ***Glositis romboide media.***

Existen pocos datos que permitan diferenciar este tipo de lesiones: un área elevada redondeada o casi en rombo que ocurre en la línea media del dorso de la lengua, la área afectada está desprovista de papilas además puede estar fisurada o lobulada.

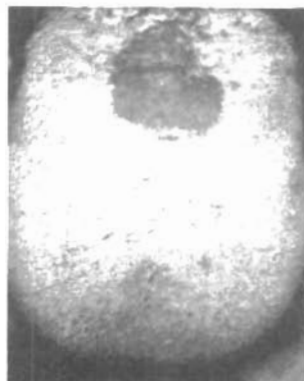


Figura A.6. Glositis romboide media

- ***Lengua geográfica***

Se refiere a unas áreas rojizas irregulares de pérdida de las papilas y adelgazamiento del epitelio dorsal de la lengua que suelen redondearse a una zona estrecha de papilas en regeneración más blanca que la superficie lingual circundante. Este tipo de lengua produce alguna alteración en el sentido del gusto.

- ***Lengua vellosa***

La capas de la superficie muy queratinizada de las papilas fungiformes se descaman constantemente por fricción de la lengua con alimentos, el paladar y los dientes anteriores superiores y son remplazadas por células epiteliales que ascienden desde el fondo. Cuando se limitan los movimientos de la lengua, por afección o trastornos dolorosos de la boca, las papilas fungiformes se alargan y se recubren intensamente con bacterias y hongos. Las más largas confieren a la lengua un aspecto recubierto o vellosa y retienen desechos y pigmentos de sustancias, como alimentos, humo de tabaco y caramelos.



Figura A.7 Lengua geográfica.

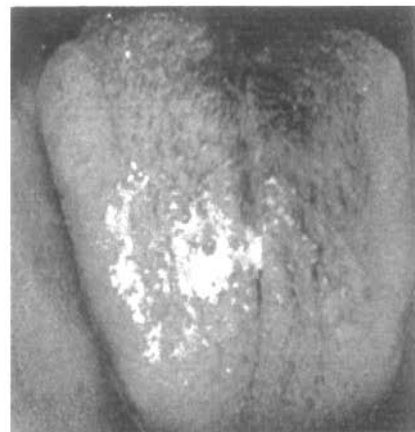


Figura A.8. Lengua vellosa

- ***Lengua fisurada***

Afecta a menos del 10% de la población. Este determina genéticamente las personas con lengua fisurada se quejan de ardor o de otros síntomas se perciben mayores esfuerzos de higiene lingual, por que se piensa que las bacterias y desechos que se retienen en las fisuras contribuyen a las molestias.



Figura A.9. Lengua fisurada.

3. LESIONES QUE AFECTAN LAS VIAS CENTRALES DEL GUSTO

- **Radioterapia**

La radiación destruye las células por su interacción con las moléculas del agua en la misma, que produce moléculas cargadas que interactúan en los procesos bioquímicos en las células; se altera el ADN y ocurre daño cromosómico. Las células afectadas pueden morir o quedar incapacitadas para dividirse.

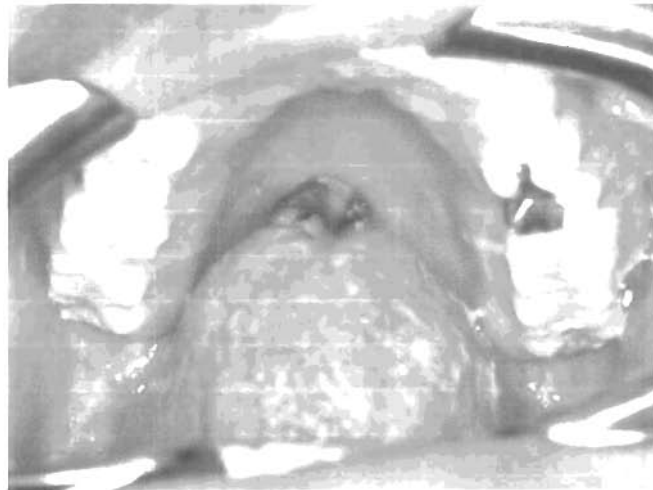


Figura A.10. Daño por radiación (cáncer en la boca).

4. TRASTORNOS QUE AFECTAN LAS ESTRUCTURAS SENSORIONEURALES DEL GUSTO

- *Parálisis de Bell*

Esta afección se reconoce como una disfunción ulcerativa del nervio facial. Se inicia con dolor ligero alrededor de un oído, seguido con parálisis súbita de los músculos de ese lado de la cara. El ojo del lado afectado permanece abierto, se cae el ángulo de la boca y hay babeo. Se retiene alimento en los pliegues vestibular y labial superior e inferior. La afección de la cuerda del tímpano origina pérdida del gusto en las dos tercios anteriores de la lengua y disminución de la secreción salival.



Figura A.11 Parálisis de Bell

- *Nervio lingual*

Se debe al bloqueo regional del nervio, extracción de molares mandibulares, fractura de la mandíbula, un cálculo en el conducto de las glándulas submandibulares, sondeo o extracción de dicho cálculo, o por laceración accidental de la superficie ventral de la lengua durante la restauración dental. Como este nervio lleva fibras sensoriales y gustativas generan dolor, ardor y entumecimiento en esta área debido al daño de las fibras sensoriales generales suelen acompañar u ocultar cualquier síndrome disgeusico

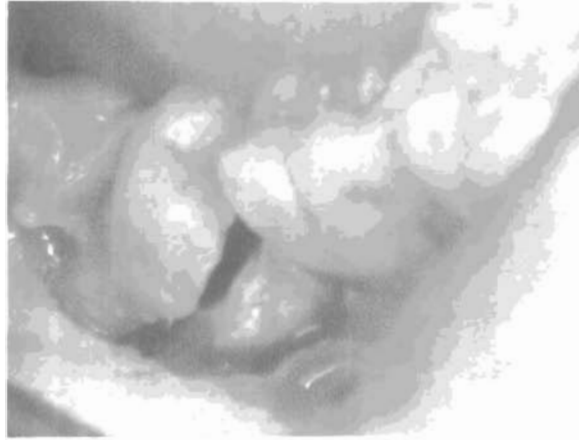


Figura A.12. Extracción de muelas.

- ***Nervio de la cuerda del tímpano***

Las lesiones de la cuerda del tímpano suelen ser consecuencias de *cirugías del oído medio*, por que este nervio pasa inmediatamente atrás del tímpano y debe alterarse para abordar los huesecillos de la caja del tímpano. La inflamación crónica y tumores del oído medio, hueso temporal y la glándula parótida también puede comprometer la cuerda del tímpano y producir *disgeusia del tercio anterior unilateral*.



Figura A.13. Daño en la cuerda del tímpano.



5. ALTERACIONES DE LAS FUNCIONES GUSTATIVAS RELACIONADAS CON LA EDAD

Las molestias de pérdida del gusto se atribuyen con gran frecuencia al proceso de envejecimiento, a menudo, sin una valoración diagnóstica adecuada para descartar la posibilidad de otros problemas relacionados con la edad, o cerebrovasculares, neurológicos, metabólicos específicos o incluso nasales y bucales locales como causa de molestias gustativas.



Figura A.13. Disgeusia relacionada con la edad

6. TRASTORNOS QUE AFECTAN LAS ESTRUCTURAS SENSORIALES DEL GUSTO

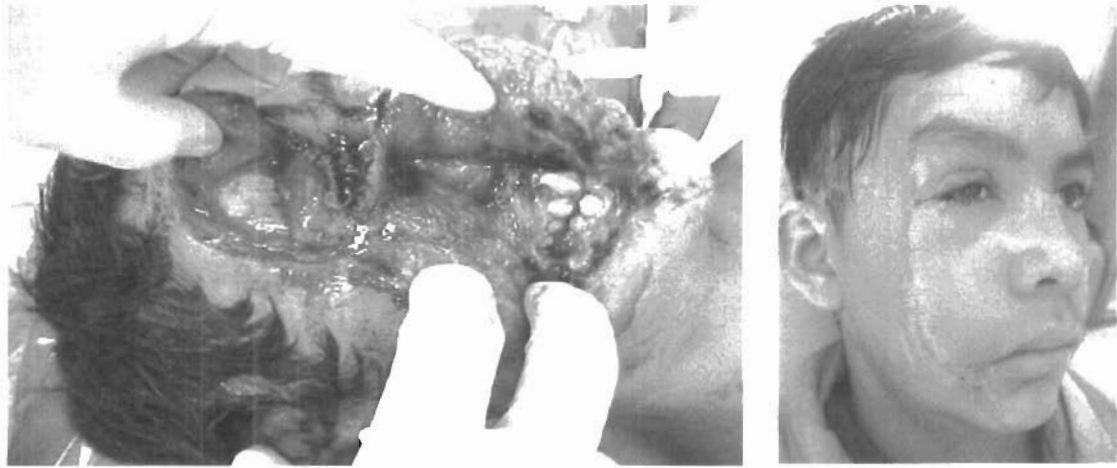


Figura A.14. Daño a los nervios sensoriales por cirugía

Cuadro de clasificación de los trastornos del gusto

Confusión gustativoolfatorias en pacientes con hiposmia (perdida del gusto percibida o disgeusia estimulada, con funciones gustativas normales y olfatorias anormales).

- Posinfección de vías respiratorias superiores.
- Cualquiera de las múltiples causas de pérdida olfatoria.

Disgeusia y parageusia secundaria (función gustativas y olfatorias normales).

- Retención de alimentos, placa dental densa, cálculo de caries, restauraciones dentales defectuosas, gingivitis aguda, periodontitis, puentes o dentaduras mal aseados, mala higiene bucal.
- Compuesto anormales en saliva y moco nasal, sialadenitis, sialolitiasis, hipofunción salival, síndrome de sjögren, posradiación terapéutica, medicamentos, productos intermedios metabólicos de alimentos y medicamentos ingeridos.
- Líquido en surco subgingival y trasudados inflamatorios, gingivitis, periodontitis, mucositis, alveolos de extracción y heridas.
- Productos metabólicos bacterianos o micóticos, flora microbiana en bolsas periodontales, lengua recubierta y cualquier mucositis pseudo membranosa externa.
- Amigdalitis críptica, amigdalolitos.
- Productos metabólicos anormales circulando por el torrente sanguíneo (sabor intravascular).

Trastornos del transporte

- Hipofunción salival y xeristomía, síndrome de sjögren, otras sialadenitis, posradiación terapéutica, medicamentos que afecten el flujo salival.
- Bloqueos de poros del botón gustativo palatino por prótesis dental.

Anormalidades idiopática del gusto

Alteraciones de las funciones gustativas relacionadas con la edad.

Trastorno que afecten las estructuras sensorineurales del gusto

- Trastornos hereditarios, disautonomía familiar, síndrome de Turner, aglucogeusia, pseudohiperparatiroidismo, síndrome de hipoplasia facial.
- Pérdida de los botones gustativos o de la función del botón del gusto, glositis, liquen plano, leucoplasia, lepra, radiación terapéutica, quimioterapia, medicamentos, toxinas y otras sustancias que afecten la función o el índice del recambio celular del botón gustativo (por ejemplo, captopril, penicilamina, ácido gimnémico, ácido colinérgico y cinarina); tabaco no fumado; purgas bulímicas.
- Daño de nervios del gusto (facial y glosofaríngeo) traumatismo quirúrgico de la V lingual, la cuerda del tímpano o el nervio facial (extracción del nervio molar, cirugía del oído medio), traumatismo quirúrgico del nervio glosofaríngeo (amigdalectomía), infección viral o bacteriana del nervio facial (parálisis de Bell); otitis media; neuritis diftérica de los pares craneales séptimo y noveno. Tumores y otros trastornos que afecten los pares craneales séptimo y noveno (por ejemplo, tumores en el oído medio, hueso temporal, glándulas submandibulares y parotida, pared faríngea y ángulo girebelopontino; esclerosis múltiple; meningitis, aneurisma; enfermedad de Paget del hueso temporal).

Lesiones que afecten las vías centrales del gusto

- Traumatismo en la cabeza.
- Tumores cerebrales, lesiones cerebrovasculares, neurosífilis terciaria y otras enfermedades neurodegenerativas
- Epilepsia.
- Esclerosis múltiple y otras enfermedades desmielinizantes.

***Trastornos metabólicos***

- Diabetes mellitus.
- Hipotiroidismo.
- Insuficiencia suprarrenal.
- Afección hepática.
- Embarazo.

La información obtenida del libro de Lynch, Brightman, Greenberg, Medicina Bucal de Burket, McGraw-Hill Interamericana, novena edición 1996.

ANEXO

2

Hoja de especificaciones del *poligar 100*

	Valor	Método de prueba (ASTM)
Densidad g/cm ³	0.94	D792
Punto de ablandamiento °C	136	D1525
dureza		D785
Rockwell R	52	
Durómetro(D/15)	68	
Temperatura de deflexión °C		D648
4.5 Kg/cm ²	79	
18.0 Kg/cm ²	46	
Propiedades tensiles		D638 (2pulg/min)
máximo esfuerzo(Kg/cm ²)	410	
esfuerzo de fluencia(Kg/cm ²)	200	
elongación en punto de fluencia %	4	
elongación en punto de ruptura %	300	
Módulo de flexión. 1%		
Secante Kg/cm ²	7741	D790
Resistencia al impacto de muesca		D256
23 °C	no se rompe	
-40 °C	no se rompe	
Resistencia al impacto con tensión (pie lb/pulg ²)	400	D1822
Resistencia al esfuerzo cortante Kg/cm ²	281	D732
Modulo de flexión o elasticidad Kg/cm ²	5240	Prueba de flexión Valor en 1 min.
Coefficiente promedio de expansión		D696
Lineal térmica por °C		
-30 a 30 °C	1.3x10 ⁻¹	
30 a 60 °C	2x10 ⁻¹	
Coefficiente de fricción		D1894
contra placa de acero cromada		
a 23 °C Estático	0.2-0.25	
Dinámico	0.15-0.2	
Conductividad térmica Cal/cm seg °C	11x10 ⁻¹	C177
Calor específico a 23 °C Cal/g °C	0.48	

PROPIEDADES ELECTRICAS		
Resistividad eléctrica a 23 °C Ohms/cm	10^{18}	D257
Resistividad superficial en ohms	10^{16}	
Resistencia dieléctrica. 1 Volt/mm Por corto tiempo en espesor de 1/8	450-500	D149
Constante dieléctrica 60×10^6 ciclos	2.3-2.35	D150
Factor de disipación 60×10^6 ciclos	$<0.5 \times 10^{-5}$	D150

® información obtenida de la compañía AES equipos y sistemas. S.A. de C.V

Glosario

Antineoplásicos:

1. Relativo a una sustancia, procedimiento y medida que previene la proliferación de células malignas.
2. Agente quimioterápico que controla o destruye células cancerosas. Los fármacos empleados en el tratamiento del cáncer son citotóxicos, pero generalmente son más lesivos sobre la célula en división que sobre las células que se halla en estado de reposo. Los agentes antineoplásicos específicos de ciclo actúan con mayor eficacia sobre la célula en fase de proliferación que sobre las células en fase de reposo y los agentes específicos en fase son más activos durante una fase específica del ciclo celular. La mayoría de los fármacos antineoplásicos impiden la proliferación celular por diversos mecanismos de inhibición de la síntesis del ADN.

Antitiroideos: Fármaco para el tratamiento de tumores o hipertiroidismo de la glándula tiroides.

Axón: Proyección cilíndrica de una célula nerviosa que conduce impulsos del cuerpo celular de la neurona. Los axones pueden estar cubiertos de mielina o desprovisto de ella (desnudos)

Carotídeo: Relativo o pertenece a la arteria carótida.

Coanas:

- 1 Conducto en forma de embudo.
2. Abertura posterior de las fosas nasales.

Dendritas: Ramificación del cuerpo celular de una neurona. Cada neurona tiene varias dendritas.

Hueso hioides: Hueso único en forma de U suspendido por la apófisis estiloides de los huesos temporales. El hueso se une a varios músculos, como el hipogloso y el esternocleidohioideo.

Neurona: Célula nerviosa, unidad fundamental del sistema nervioso, formada por un cuerpo celular, extensiones citoplasmáticas receptoras (dendritas) y una prolongación principal efectora (axón) que se distribuye a su vez en subdivisiones llamadas colaterales.

Neurotransmisores: Cualquiera de los numerosos agentes químicos que modifican o transmiten impulsos nerviosos entre la sinapsis. Los neurotransmisores son liberados por los botones sinápticos en las hendiduras sinápticas y pasan a un espacio existente entre las neuronas presinápticas y postsinápticas. Cuando el impulso nervioso alcanza el botón sináptico, las moléculas del neurotransmisor fluyen por las hendiduras presinápticas y se fijan en los receptores específicos. Este flujo y permite una disfunción asociada de iones de sodio y potasio, lo que produce un potencial de acción. Algunos tipos de neurotransmisores son: ácido gamma-amino butírico, cloruro de acetilcolina y noradrenalina.

Nódulos de Ranvier: Constricciones de la sustancia blanca de la fibra nerviosa a intervalos más o menos regulares.

Presinápticas: 1. Situado cerca o antes de la sinapsis.
2. que se produce antes de la sinapsis

Sinapsis: Región que rodea un punto de contacto entre dos neuronas o entre una neurona y un órgano efector, a través de los cuales son transmitidos los impulsos nerviosos por acción de un neurotransmisor, como la acetilcolina o la noradrenalina. Las sinapsis están polarizadas en forma que, normalmente, los impulsos nerviosos sólo

viajen en una dirección; también son sometidos a la fatiga, y son sensibles al déficit del oxígeno, los anestésicos y otros agentes químicos. Algunos tipos de sinapsis son: sinapsis axonoaxónica, sinapsis axonodendrítica, sinapsis axonodendrosomática, sinapsis axonosomática y sinapsis dendrodendrítica

Alan Lloyd Hodgkin: Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1963 en mérito a sus trabajos sobre los mecanismos iónicos implicados en la generación de corrientes nerviosas.

Amplificador: Circuito que puede aumentar el voltaje pico a pico, la corriente o la potencia de salida.

Andrew Fielding Huxley: Mientras estudiaba en Cambridge, colaboró con el profesor Alan Lloyd Hodgkin en una serie de experimentos realizados con los axones gigantes del calamar, desarrollando una nueva teoría que explica correctamente sus resultados.

AND: Término empleado para describir la función lógica conectada entre sí dos salidas del colector abierto.

Biestables: Nombre que algunas veces se emplea para designar al *flip-flop*.

BIT más significativo (MBS): BIT que se encuentra en el extremo izquierdo (mayor peso) de la cantidad expresada en binario.

BIT menos significativo (LBS): BIT que se encuentra en el extremo derecho (menor peso) de la cantidad expresada en binario.

Capacitores electrolíticos: Son dispositivos que almacenan carga eléctrica; se dice que dos cuerpos forman un condensador cuando entre ellos existe un campo eléctrico. En general, un condensador se compone esencialmente de dos conductores (armaduras) aislados y separados por un dieléctrico (aislador).

Conteo asíncrono: Tipo de contador en la que la salida del *flip-flop* sirve como entrada de reloj del siguiente que se encuentra en la cadena.

Conteo sincrónico: Contador en los que todos los *flip-flops* están sincronizados simultáneamente por un reloj

Corriente: La presencia de un campo eléctrico permanente en el seno de un conductor es la causa del movimiento continuo de las cargas libres. En términos de potencial, puede decirse que para que se mantenga una corriente eléctrica es necesario que exista una diferencia de potencial constante entre los extremos del conductor

Corriente A/h: corriente que proporciona la batería durante una hora

dB: El decibelio es una unidad logarítmica de medida utilizada en diferentes disciplinas de la ciencia

Decodificador de BCD: Circuito que toma una entrada en BCD de cuatro bits y activa la salida requerida para presentar el dígito decimal equivalente sobre un dispositivo visual de siete segmentos.

Filtro pasabajos: Para suprimir frecuencias mayores hasta la frecuencia de corte. A este tipo de filtro también se le conoce como filtro máximamente plano.

Filtro Butterworth: Se trata de un filtro diseñado para producir la respuesta más plana que sea posible, hasta la frecuencia de corte. En otras palabras, la tensión de salida se mantiene constante casi hasta la frecuencia de corte, luego disminuye a razón de $20n$ dB donde n es el número de polos del filtro.

Histéresis: Diferencia entre dos puntos de conmutación de la báscula de Schmitt. En cualquier otro caso, la histéresis se refiere a la diferencia entre dos puntos de conmutación sobre la característica de transferencia.

Hz: La frecuencia de una onda se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por unidad de tiempo (segundo). La unidad correspondiente a un ciclo por segundo es el Hertz (Hz).

Impedancia: Resistencia total que en un circuito dotado de capacidad y autoinducción ofrece el paso a una corriente eléctrica alterna.

Led: Diodo emisor de luz.

Master reset (MR): Reset general o inicialización del equipo

Offset: Desplaza la onda hasta un valor máximo posible.

Onda cuadrada: Modo ciclico el cual la corriente es encendido y apagada.

Onda senoidal: Se define como aquella forma de energía eléctrica la cual es originada por el constante movimiento de electrones los cuales aumentan y disminuyen su circulación en velocidad y sentido constantemente y en forma periódica

Preamplificador: Circuito que se utiliza para acoplar las impedancias y para aumentar la corriente hacia el amplificador

Rectificación de media onda (RMO): Un rectificador de media onda solo dejar pasar los semiciclos positivos o negativos de una onda senoidal, dependiendo de qué tipo sea, RMO-positiva o RMO-negativa.

Rectificación de onda completa: Proceso mediante el cual una onda senoidal cambia su semiciclo negativo a positivo, en caso de ser rectificación positiva, o bien que cambia su semiciclo positivo a negativo en caso de ser ésta una rectificación negativa.

Strobe: Realiza una visualización previa del dato anterior

Transductores: Cuerpo conductor empleado en la aplicación de un tratamiento eléctrico en una parte del organismo o para recoger las corrientes emitidas por éste

V_{pp} (pico a pico): Llamado también excursión de la tensión de salida. Es la máxima salida, pico a pico, no recortada de un amplificador

Voltaje de DC: Gráficamente una señal eléctrica de CD, sobre un nivel preestablecido, es aquella que instantáneamente alcanza un valor (de tensión o corriente) positivo o negativo y allí se mantiene; es decir, es constantemente o continua.



REFERENCIAS



- 1) Dr. Martínez Rider Ricardo, Dr. Villalobos Anaya Luis E., Trastornos en el sentido del gusto, revista ADM ,volumen LIII, (julio-agosto 1996), No 4, Pág. 181-184.
- 2) Nobel lecture, Physiology or Medicine, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, (1963-1970).
- 3) Grant, Ferguson, Strang, Turner. Bone, Evoqued by taste threshold in a normal population and de aplication of electrogustometry to trigeminal never disease.
- 4) Richard Axel, The molecular logic of smell, Scientific American, (Oct 1995).
- 5) Doty, R.L. Marcel Dekker, Handbook of olfaction and gustation, (1995).
- 6) Moncrieff, J.W, The Chemical Senses, (1967), 108-112.
- 7) Barlow by H.B and Mollon, J.D. by The Senses (1982). Cambridge University Press.
- 8) Brower, L.P. by Ecological chemistry (1969, February). Scientific American, 220(2), 22-29.
- 9) David Roberts by Signals and Perception edited (2002). Open University - Palgrave Macmillan.
- 10) Carpenter, R.H.S. by Neurophysiology (1995), 3rd edition.

Bibliografía



Tocci Ronald J., Sistemas digitales principios y aplicaciones, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 1996.

José M^a. Angulo Usategui., Microcontroladores PIC Diseño práctico y aplicaciones, McGraw-Hill, sexta edición en español (1997).

Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll, Operational amplifiers and linear integrad circuits, Editorial Pretence hall.

L. P. Huelsman, Active filter and Desing, McGraw-Hill, primera edicion (1979).

Vázquez Martínez Emmanuel Antonio, Estimulador Biomagnético, Tesis de ingeniero electrónico de la facultad de ciencias de la UASLP, (1996).

Mosby, Diccionario MOSBY de medicina y ciencias de la salud, Doyma libros edición en español (1995).

John Douglas-Young, Diccionario enciclopédico de electrónica, editorial ceac, primera edición en español (1992).

Lynch, Brightman, Greenberg, Medicina Bucal de Burket, McGraw-Hill Interamericana, Novena Edición (1996).

Gran diccionario Enciclopédico Visual, Programa Educativo Visual, SLP, (1992)

<http://www.microchip.com>

<http://www.national.com>

<http://www.fluke.com>

<http://www.doctronics.co.uk/4017.htm>

<http://usuarios.iponet.es/agusbo/enlaces/enlaces.htm>

<http://amadeus.upr.clu.edu/~glezy/lab.html>

<http://www.utmb.edu/otoref/Grnds/face961.htm>.

<http://personal.redestb.es/castillo/>

<http://geryon.uc3m.es/electronica1/t1/t1teoria.htm#326>

<http://www.orl.org.nz/pages/resources/presentations/presentationlibrary2.htm>

http://www.geocities.com/ohcop/action_p.html

<http://www.tequipment.net/FlukeDigital27Multimeter.html>

<http://www.nobel.se/medicine/laureates/1963/hodgkin-bio.html>

<http://www.salonhogar.com/ciencias/biologia/sentidos/gusto.htm>