

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

“CONSTRUCCIÓN DE UN PURIFICADOR DE AIRE CON GENERACIÓN DE GAS OZONO”

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

RUBÉN DARÍO SEMANATE ZAPATA

rsemanate@yahoo.es

DIRECTOR: ING.PATRICIO CARRASCO.

patricio.carrasco@epn.edu.ec

Quito, junio 2013

DECLARACIÓN

Yo, Rubén Darío Semanate Zapata, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Rubén Darío Semanate Zapata

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rubén Darío Semanate Zapata, bajo mi supervisión.

Ing. Patricio Carrasco
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi Director de Proyecto, MSc. Patricio Carrasco por todo su tiempo, dedicación e invaluable apoyo brindado en todo momento para la realización de nuestro Proyecto de Titulación.

Por medio de su gerente, quiero hacer extensivo el mayor agradecimiento a MyM NEW OZONE, por el apoyo brindado para poder desarrollar con éxito este Proyecto de Titulación.

A Antonio Nagua por haberme apoyado con las ayudas técnicas necesarias referentes con este Tema de Tesis,

A mi familia y amigos que siempre estuvieron a mi lado en todo momento, brindándonos su apoyo para realizar satisfactoriamente este anhelado objetivo.

Rubén Darío Semanate Zapata

DEDICATORIA

Al manantial de responsabilidad, honestidad e insuperable ser humano mi padre Rafael Semanate.

A la fuente de amor infinito, comprensión, perseverancia mi madre Inés Zapata.

A la energía, entusiasmo, amigo protector, fiel e incondicional mi hermano Rubén Omar.

A la ternura, cariño, nobleza, solidaridad mis hermanos Gabriela y Fernando Semanate.

A la inocencia y alegría mi hijo Darío Alejandro.

A toda mi familia por su apoyo incondicional en todo momento.

Rubén Darío Semanate Zapata

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
BIBLIOGRAFÍA.....	ii
ANEXOS.....	iii
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 EL GAS OZONO.....	1
1.2 PROPIEDADES DEL GAS OZONO.....	3
1.2.1 Acción microbicida.....	4
1.2.2 Efecto viricida.....	4
1.2.3 Efecto fungicida.....	5
1.2.4 Efecto esporicida.....	5
1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL GAS OZONO.....	6
1.4 EL OZONO EN LA NATURALEZA.....	8
1.4.1 Ozono estratosférico.....	10
1.4.2 Ozono troposférico.....	12
1.4.3 La capa de ozono.....	13
1.4.4 Distribución de la capa de ozono.....	15
1.4.4.1 Función de la capa de ozono.....	16
1.4.4.2 La destrucción de la capa de ozono.....	17
1.4.4.3 El agujero de ozono Antártico.....	21
1.5 OBTENCIÓN DEL OZONO EN FORMA ARTIFICIAL.....	22
1.5.1 Electrólisis.....	22
1.5.2 Generación fotoquímica.....	23
1.5.3 Descargas eléctricas de alto voltaje.....	23
1.6 PRINCIPALES APLICACIONES DEL OZONO.....	24
1.7 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	24
1.7.1 Regulador de voltaje.....	25
1.7.1.1 Medición de la calidad de regulación.....	25
1.7.1.2 Reguladores integrados.....	25
1.7.1.2.1 Regulador de voltaje 78xx.....	25
1.7.1.2.2 Regulador de voltaje 7805.....	26
1.7.2 Transistor.....	27
1.7.2.3 Funcionamiento.....	28
1.7.2.4 Transistor 2N3904.....	28

1.7.2.4.1	Distribución de pines del transistor 2N3904	29
1.7.3	El cristal de cuarzo	29
1.7.4	Osciladores en los pic	30
1.7.4.1	Oscilador.	30
1.7.5	Tipos de osciladores	31
1.7.6	Microcontrolador.....	32
1.7.6.3	Características principales de los microcontroladores:	34
1.7.7	Microcontroladores PIC	35
1.7.7.1	Características relevantes de los PIC.....	35
1.7.7.2	Tipos de PIC.....	42
1.7.7.3	Microcontrolador pic12f675.....	43
1.7.7.3.1	Características	44
1.7.7.3.2	Programación	46
1.7.7.4	Auto Transformador elevador	48
CAPÍTULO II		50
2.	CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO PURIFICADOR DE AIRE	50
2.1	REQUERIMIENTOS DEL USUARIO.	50
2.2.1	Cálculo para la instalación del ozonificador	52
2.1.1.1	Ambientes con personas.....	52
2.1.2.1	Ambientes públicos	54
2.3	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO	56
2.3.1	Etapa de alimentación	57
2.3.2	Etapa de inicialización	59
2.3.3	Etapa de control.....	61
2.2.3.1	Descripción del software utilizado.....	61
2.3.4	Principales funciones que debe cumplir el microprocesador PIC12F675.....	65
2.3.5	Etapa de optoacoplación.....	66
2.3.6	Etapa de activación.....	68
2.4	ENSAMBLAJE DEL PURIFICADOR.....	70
2.5	PRUEBAS Y CALIBRACIÓN.....	81
2.6	ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO	82
CAPÍTULO III.....		83
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
3.1	CONCLUSIONES.	83
3.2	RECOMENDACIONES.	84

TABLAS

Tabla 1: Comparación de las propiedades del ozono y el oxígeno molecular	6
Tabla 2: Tiempo de vida media del ozono a efectos de la temperatura	7
Tabla 3: Límites de exposición	51
Tabla 4: Niveles de ozono permitidos para Ambientes particulares	53
Tabla 5: Niveles de ozono permitidos para Ambientes públicos	56
Tabla 6: Descripción de los pines del microcontrolador pic12f675.....	65

FIGURAS

Figura 1: Estructura molecular angular del O ₃	9
Figura 2: Distribución de la capa de ozono.....	15
Figura 3: Acción de la capa de ozono a los rayos UV	20
Figura 4: Agujero en la capa de ozono.....	22
Figura 5: Modelos de circuitos integrados 78XX	26
Figura 6: Distribución de pines del 7805	27
Figura 7: Partes del transistor común NPN.....	27
Figura 8: Transistor 2N3904 3N04 en un encapsulado TO-92	28
Figura 9: Distribución de pines del transistor bipolar 2N3904	29
Figura 10: Cristal de cuarzo	30
Figura 11: Forma de onda cuadrada.....	30
Figura 12: Configuración del cristal con el PIC 12F675.....	32
Figura 13: Representación esquemática del microcontrolador	33
Figura 14: Arquitectura Harvard del microcontrolador.	35
Figura 15: Esquema del funcionamiento de la ALU en un pic.	39
Figura 16: Esquema de un PIC de 8 patillas	43
Figura 17: Disposición de pines del PIC 12F675.....	43
Figura 18: Diagrama de burbujas del microcontrolador pic12f675	44
Figura 19: Programador ICSP para grabar el microcontrolador pic de 8 pines.	47
Figura 20: Transformador elevador.....	48
Figura 21: Transformador elevador.....	49
Figura 22: Diagrama de bloques de proyecto.....	57
Figura 23: Esquema del transformador: 110V-CA a 12V-CA.....	57
Figura 24: Esquema del circuito para obtener los 12 y 5 voltios	58
Figura 25: Esquema del circuito para alimentar las cargas.	59
Figura 26: Proceso para grabar el pic.....	64
Figura 27: Distribución de pines del transistor	66
Figura 28: Distribución de pines del relé de SRD-06VDC-SL-C	67
Figura 29: Esquema del circuito que alimenta al ventilador	67
Figura 30: Esquema del circuito para alimentar al transformador elevador.	68
Figura 31: Circuito general del proyecto.....	69
Figura 32: Esquemas del circuito circuital y esquemático.	71
Figura 33: Adhesión del acetato impreso a la baquelita.....	72
Figura 34: Retirada del acetado impreso de la baquelita.....	73

Figura 35: Pistas impresas en la baquelita	73
Figura 36: Corrección de las pistas	74
Figura 37: Proceso para quemar la placa	74
Figura 38: Retiro de la baquelita del mezcla agua-ácido sulfúrico	75
Figura 39: Circuito impreso en la baquelita	75
Figura 40: Eliminando tinta e impurezas de la baquelita	76
Figura 41: Perforando la baquelita	76
Figura 42: Disposición de los elementos en la baquelita	77
Figura 43: Colocación de los elementos en la baquelita	77
Figura 44: Soldando los dispositivos	78
Figura 45: Baquelita con sus respectivos elementos.....	78
Figura 46: Baquelita con sus respectivos elementos.....	79
Figura 47: Baquelita con sus respectivos elementos.....	79

RESUMEN

El presente proyecto presenta el estudio y ensamblaje de un purificador de aire con generación de gas ozono. El desarrollo está encaminado a producir este equipo para purificar ambientes con afluencia de personas, en particular a oficinas.

Consta de tres capítulos:

En el primer capítulo se presenta la teoría fundamental para la aplicación en este proyecto.

En el segundo capítulo se analiza la metodología y considerando los requerimientos del cliente, así como el ambiente en el que va a trabajar, el equipo se ensambla y se implementa el purificador de aire que permitirá a los usuarios tener un ambiente puro y que gocen aire libre de virus, teniendo una mejor calidad de vida.

En el tercer capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones extraídas de este proyecto de titulación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 EL GAS OZONO

El OZONO fue descubierto por el científico holandés VON MARUM en el año 1.783 trabajando con máquinas electrostáticas. Así mismo le sucedió a CIUKSHANK en el año 1.801 haciendo la electrólisis del agua. Finalmente en el año 1.840 el científico SCHONBEIN logró detectar y clasificar al **OZONO** dándole el nombre ya conocido por todos hoy en día (**OZONO**). Palabra que procede del griego "ódsein" y que su significado es olor.¹

En el año 1.863 el científico SORET comprobó y demostró que el **OZONO** se compone solamente de oxígeno: $(64.800 \text{ cal.} / 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ O}_3)$.

Eminentes sabios estudiaron el **OZONO** hasta que M.P. OTTO logró determinar su densidad, constitución molecular y estudió detenidamente su formación. Después de estos estudios ideó el sistema idóneo para producir **OZONO** artificialmente; por medio de descargas eléctricas (como lo produce la propia naturaleza) dando lugar de esta manera al sistema OTTO. Sistema que se aplica actualmente en los generadores de ozono.

El ozono concentrado es un gas inestable que a presión y a temperaturas ordinarias se descompone en oxígeno común. Asimismo, desprende un penetrante olor sulfuroso y su coloración es azulada suave.

En la superficie de la Tierra, el O_3 actúa como un gas tóxico en vegetales y animales, sin embargo existe en forma natural en la atmósfera superior, constituyendo la "*Capa de Ozono*".

El ozono (O_3), es un componente minoritario de la atmósfera terrestre, sin embargo, es un importante protector de la vida sobre la superficie terrestre debido

¹ FISHER, M., (1993), La capa de ozono. La tierra en peligro, Editorial Mc.Graw-Hill. Madrid-España

a que cumple la función de un filtro protector contra la radiación ultravioleta (RUV), principalmente de longitud de onda entre los 280 y 320 nm.

En la llamada zona fotoquímica de la alta atmósfera (sobre 60 Kms.), el O₃ se produce al actuar sobre ella los rayos ultravioletas (UV) del Sol, los que fraccionan las moléculas de oxígeno molecular común, O₂. Debe entenderse que esta reacción es constante, coexistiendo ambos gases (O₂ y O₃). Así se genera, a esas alturas, el 99% del ozono; el resto resulta de tormentas eléctricas

Debido al gran crecimiento demográfico que agotan de manera acelerada los recursos del planeta, además que gracias al paralelo crecimiento en la industria, se está generando más contaminación.

Este crecimiento industrial trae consigo una serie de problemas de contaminación, lo que ocasionan a medida que el tiempo pasa en la destrucción de la capa de ozono, cuyo agujero ha alcanzado una extensión mucho mayor que el doble de la extensión territorial de los Estados Unidos, y sabiendo que la capa de ozono es la que nos protege de las mortíferas radiaciones ultravioleta proveniente del sol. Hoy por hoy esto se ha convertido en un dolor de cabeza que enfrenta la humanidad.²

El **OZONO** es una variedad alotrópica del oxígeno, su molécula triatómica (**O₃**) se genera por la activación de la molécula diatómica (**O₂**) del oxígeno. Esta activación puede ser provocada por la acción de una descarga eléctrica o por la energía irradiada de los rayos ultravioleta.

² <http://www.pla.net.py/enlaces/cnelm/980617/capozon.htm>

El **OZONO** (O_3) es un componente natural del aire limpio y seco, como el nitrógeno, oxígeno, argón, etc... en una proporción de 0,000002% en volumen, existiendo en la atmósfera ($190 \times 10.000.000$)tm.

Algunos de los gases que componen el aire tienen una misión específica que cumplir. En el caso del **OZONO**, es la de eliminar los agentes contaminantes que no formen parte del aire limpio y seco.³

1.2 PROPIEDADES DEL GAS OZONO.

Las propiedades del gas ozono se detallan a continuación:

- Virilicida
- Bactericida
- Fungicida
- Cicatrizante
- Desinfectante
- Desodorizante
- Oxigenante
- Astringente

³ www.monografias.com

1.2.1 Acción microbicida

Es quizás la propiedad más importante del ozono y por la que más aplicaciones se le atribuyen. El concepto microbio, como es sabido, es muy amplio. En principio, microbio es toda forma de vida que no puede ser vista por el ojo humano, y que se requiere el uso del microscopio para ser observado. Estos seres vivos permanecen muchas veces sobre todo tipo de superficies, en todo tipo de fluidos, o bien flotan en el aire asociados a pequeñas motas de polvo, minúsculas gotas de agua en suspensión de todo tipo de enfermedades contagiosas, especialmente en sitios cerrados donde haya gran número de personas, y el aire se renueve muy lentamente. El control de algunos de estos microorganismos, llamados patógenos por su capacidad de provocar enfermedades contagiosas, ha sido una gran preocupación del hombre desde el momento en que fueron descubiertos. Cientos de métodos y de sustancias químicas han sido elaborados y utilizados con este fin, proporcionando resultados en mayor o menor medida positivos e intentando disminuir la cantidad de estos patógenos, en términos como desinfección, higienización, asepsia, antisepsia. El ozono, debido a sus propiedades oxidantes, puede ser considerado como uno de los agentes microbicidas más rápido y eficaz que se conoce.

1.2.2 Efecto viricida

Los virus son pequeñas partículas, hoy consideradas frontera entre los seres vivos y la materia inerte, que no son capaces de vivir ni de reproducirse si no es parasitando células a las que ocasiona su destrucción. A diferencia de las bacterias, los virus siempre son nocivos y provocan enfermedades a todo organismo al que atacan. Enfermedades tan comunes como la gripe, el catarro, el sarampión, la viruela, varicela, rubéola, poliomielitis, y otras muchas son debidas a virus. El ozono actúa sobre ellas oxidando las proteínas de su envoltura y modificando su estructura tridimensional. Al ocurrir esto, el virus no puede anclarse a ninguna célula hospedadora por no reconocer su punto de anclaje, y al encontrarse el virus desprotegido y sin poder reproducirse, muere. La acción

viricida es observable a concentraciones de ozono inferiores a la de acción bactericida. Esto es debido a que la complejidad de la envoltura vírica es inferior a la de la pared bacteriana.

1.2.3 Efecto fungicida

Existen ciertos tipos de hongos que tienen capacidad de provocar enfermedades al ser humano. Otros muchos son capaces de ocasionar alteraciones en nuestros alimentos, haciéndolos inaceptables para su consumo, como es el caso, entre otros, de los mohos. Debido a esto, resulta interesante controlar y eliminar estas formas patógenas, cuyas esporas pululan por todo tipo de ambientes. El ozono nos ofrece la posibilidad de eliminarlas mediante su acción oxidante que provoca un daño celular irreversible.⁴

1.2.4 Efecto esporicida

Existen algunos hongos y bacterias que cuando las condiciones son adversas para su desarrollo, fabrican una gruesa envoltura alrededor de ellas, y paralizan su actividad metabólica, permaneciendo en estado de latencia. Cuando las condiciones para la supervivencia vuelven a ser favorables, vuelven a su forma normal y su metabolismo recupera su actividad. Estas formas de resistencia se conocen como esporas y son típicas de bacterias tan patógenas como las que provocan el tétanos, la gangrena gaseosa, el botulismo y el antrax. Este tipo de mecanismo de resistencia hace muy difícil el luchar contra ellas y, tratamientos tan útiles en otros casos como las altas temperaturas y multitud de antimicrobianos, se vuelven ineficaces. El ozono a concentraciones ligeramente superiores a las usadas para el resto de las bacterias, es capaz de acabar con la resistencia de las esporas.⁵

⁴ <http://www.ozonizerweb.com/index.php/contacto.html>

⁵ <http://www.monografias.com/capadeozono.htm>

1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL GAS OZONO.

La molécula de ozono está formada por tres átomos de oxígeno. La razón de sus particularidades radica en el hecho, de que las fuerzas de atracción entre átomos (enlace covalente) son muy pequeñas, lo cual hace a la molécula de ozono muy inestable. Dicha inestabilidad aumenta con el incremento de la temperatura y presión, llegando a su inestabilidad total por encima de los 200 °C.

Esta es la razón por la cual el ozono no puede ser almacenado y debe ser generado en el lugar de su aplicación. Por otro lado, su inestabilidad da al ozono la característica de ser muy oxidante, ya que fácilmente cede uno de sus átomos a otros compuestos oxidándolos, razón por la cual es empleado como desinfectante y germicida. En la Tabla 1 se presenta la comparación entre las propiedades del ozono y las del oxígeno molecular.⁶

Propiedad	Oxígeno (O ₂)	Ozono (O ₃)
Color	Sin color	Azul claro a altas concentraciones
Olor	Sin olor	Picante y penetrante (umbral olfativo 0,01-0,015 ppm _v)
Peso específico	1.429	2.144
Peso molecular	32	48
Potencial de oxidación	1.23 V	2.07 V
Punto de ebullición a 100 kPa	-183 °C	-112 °C
Solubilidad a 0 °C	0.049	0.64

Tabla 1: Comparación de las propiedades del ozono y el oxígeno molecular

En la tabla 2 se presenta el tiempo de vida media del ozono en fase gas y residual en el agua debido al efecto de la temperatura. Estos datos fueron obtenidos sin considerar efectos de agentes catalizadores.

⁶ www.cenidet.edu.mx/.../19-20%20Erwin%20Beutelspacher%20Santipág 2

Ozono en fase gas		Ozono residual en el agua (pH 7)	
Temperatura °C	Tiempo de vida media	Temperatura °C	Tiempo medio de vida
-50	3 meses	15	30 minutos
-35	18 días	20	20 minutos
-25	8 días	25	15 minutos
20	3 días	30	12 minutos
120	1.5 horas	35	8 minutos
250	1.5 segundos	-	-

Tabla 2: Tiempo de vida media del ozono a efectos de la temperatura

Se puede detectar durante las tormentas y cerca de equipos eléctricos de alto voltaje o que produzcan chispas. Es el caso de muchos motores eléctricos (por ejemplo, en las batidoras o en juguetes con un pequeño motor) cuando se producen las chispas en los contactos de las escobillas se produce ozono que podemos oler al acercarnos.⁷

El ozono puede condensarse y, en este estado, se presenta como un líquido de color azul índigo muy inestable.

Si se congela lo podemos observar como un sólido de color negro-violeta. En estos dos estados es una sustancia muy explosiva dado su gran poder oxidante.

Su estado natural es el gaseoso y se encuentra en el aire, cerca de la superficie de la Tierra, en muy pequeñas cantidades, en una proporción aproximada de 20 partes por mil millones (ppmm) y en verano puede llegar a subir hasta las 100 ppmm.

En su estado puro es de color azul. Cuando se enfría a 162° K (punto de ebullición), el ozono forma un líquido azul oscuro que es explosivo en virtud de la tendencia espontánea del ozono para descomponerse en oxígeno.

Si se lo enfría para llegar a los 251,4 °C bajo cero (punto de fusión), es un sólido de color violeta negruzco.

⁷ www.cenidet.edu.mx/.../19-20%20Erwin%20Beutelspacher%20Santipág3

Se descompone en presencia de Cloro y oxida a la mayor parte de los metales. Es más estable a altas temperaturas, y es muy peligroso ya que en ciertas concentraciones es violentamente explosivo.

Es más pesado y activo que el oxígeno. También es más oxidante, razón por la cual se lo utiliza como desinfectante y germicida, debido a la oxidación de las bacterias que éste efectúa. Se ha utilizado para purificar agua, destruye la materia orgánica, o el aire en hospitales, submarinos, etc.

Puesto que la oxidación de compuestos coloreados suele dar lugar a compuestos incoloros, el ozono se utiliza como agente blanqueador para ceras, almidón, grasas y barnices.

Cuando se agrega en pequeñas cantidades al aire, el ozono elimina los olores, pero se debe utilizar con cuidado y en concentraciones muy bajas puesto que irrita los pulmones.

Aunque el ozono fue estudiado por Marignac, Becquerel y Fermi, no se determinó su estructura hasta 1863 cuando J. L. Soret demostró que se trataba de una forma alotrópica del oxígeno (O₃). Su molécula está formada por tres átomos de oxígeno unidos con una geometría angular. De aquí deriva su nombre científico: trioxígeno.

1.4 EL OZONO EN LA NATURALEZA

El Oxígeno es el principal responsable de los procesos de oxidación, combustión y respiración de la naturaleza. Cuando una molécula de oxígeno, por alguna razón gana un átomo de oxígeno, en lugar de ser O₂, se convierte en O₃ y sus características físicas y químicas cambian radicalmente, a esta forma molecular del Oxígeno se le conoce como Ozono, la figura 1 ilustra la estructura molecular angular del Ozono. Este gas se produce en forma natural en la capa superior de la atmósfera terrestre, por el efecto de la luz solar de alta energía que inciden sobre las moléculas de Oxígeno, de manera que los átomos se separan y se unen

a moléculas ya formadas de oxígeno, formando nuevas moléculas con tres átomos de Oxígeno.⁸

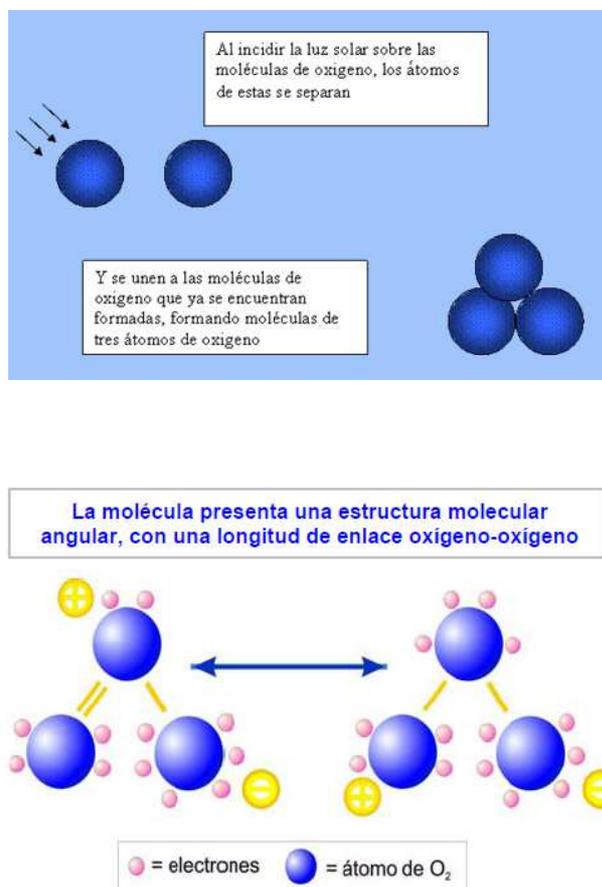


Figura 1: Estructura molecular angular del O₃

Estas moléculas con tres átomos de oxígeno se llaman OZONO y es únicamente una forma en la que el oxígeno se encuentra en la naturaleza.

Como su estructura física ha cambiado, sus características físicas y químicas también cambian, es un gas con un poder de oxidación mayor que el oxígeno (O₂), de hecho, es la sustancia con mayor poder oxidante de la naturaleza, a excepción del FLUOR (un gas muy venenoso para el ser humano). El OZONO es de color azul, llegando a ser de color azul oscuro en su forma líquida y rojo oscuro en forma sólida, tiene un olor característico y es un gas más inestable en el aire

⁸ <http://www.conmutel.com/Biogenerador/Ozono.htm>

que en el agua, esto es, tiene tendencia a perder un átomo de oxígeno para convertirse de nuevo en O₂.

El OZONO es un gas que se produce en forma natural en la capa superior de la atmósfera, se produce también en las capas inferiores de la atmósfera por medio de las descargas eléctricas atmosféricas, durante las tormentas eléctricas.

El ozono se produce cuando grandes cantidades de energía se ponen en contacto con las moléculas de oxígeno, haciendo que éstas se dividan en átomos individuales (radicales libres), éstos a su vez reaccionan con moléculas de oxígeno, reacción favorecida por la presencia de un catalizador en el medio, y forman moléculas de ozono.⁹

Este gas es sumamente inestable y el tercer átomo de oxígeno tiende a escaparse generalmente unos segundos después de su formación.

Las mayores cantidades de ozono de la atmósfera se producen por acción de los rayos ultravioletas, que penetran en ésta y la altura de la estratosfera, entre los 10 a los 50 Km., producen una reacción fotoquímica.

1.4.1 Ozono estratosférico

El ozono estratosférico se forma por acción de la radiación ultravioleta, que disocia las moléculas de oxígeno molecular (O₂) en dos átomos, los cuales son altamente reactivos, pudiendo reaccionar éstos con otra molécula de O₂

⁹ <http://www.conmutel.com/Biogenerador/Ozono.htm>

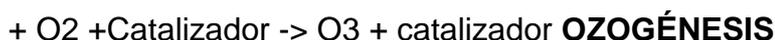
formándose el ozono. El ozono estratosférico se destruye a su vez por acción de la propia radiación ultravioleta. Se forma así un equilibrio dinámico en el que se forma y destruye ozono. Así, el ozono actúa como un filtro que no deja pasar dicha radiación perjudicial hasta la superficie de la Tierra.

El oxígeno es prácticamente transparente a la luz visible (400 a 800 nm), y al UV próximo (240 a 360 nm), pero es un gran absorbente de la radiación del extremo UV del espectro (160 a 240 nm).

Cada fotón de esta longitud de onda impacta disocia una molécula de oxígeno en 2 radicales libres:



La reacción siguiente requiere de la participación de un catalizador que es liberado a la atmósfera una vez finalizada su función:



Una vez obtenida la molécula de ozono, recomienza el proceso cuando un fotón impacta contra ésta revirtiendo la reacción:



Estas dos reacciones conducen a un equilibrio fotoquímico mediante el cual se mantiene una pequeña concentración de O₃ en la alta atmósfera que protege a

manera de escudo a los seres vivos que habitan la Tierra de los rayos ultravioletas.

El ozono cuenta con la ayuda de gases reservorios que lo protegen reaccionando con algunos catalizadores.

Estos gases son HC1, HOCL y ClONO₂ (este último puesto en duda como veremos más adelante). La formación del ozono se da en la alta estratósfera, sobre todo en el Ecuador donde la radiación solar y por lo tanto también la de UV, llegan en forma vertical. Desde aquí es transportado hacia los polos y la baja estratósfera.

El ozono comparte la estratósfera con el oxígeno, el vapor de agua, el dióxido de carbono, el hidrógeno y el nitrógeno. Generar ozono en forma industrial es un proceso común que consiste en someter al aire o a oxígeno a una descarga eléctrica, si bien es un procedimiento sencillo, es caro.¹⁰

1.4.2 Ozono troposférico

Sin embargo, también podemos encontrar ozono en la zona más baja de la atmósfera, convirtiéndose en un problema, puesto que el ozono, en concentración suficiente puede provocar daños en la vegetación (a partir de unos 60 microgramos por metro cúbico).

¹⁰ www.atmosfera.cl/HTML/temas/estructura/estructura4.htm

El mecanismo mediante el cual se genera el ozono en la tropósfera es completamente distinto, ya que a esta altura no llegan las radiaciones ultravioletas. El conjunto del ozono, NO_x y VOCs forma una neblina visible en zonas muy contaminadas denominada smog fotoquímico.

Este método de generación de ozono se da como consecuencia de la urbanización del hombre; el aire que está sobre los continentes se enturbia y filtra casi todas las ondas más cortas que ya han atravesado la capa de ozono. Los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos tienen características negativas que con un poco de luz (UV) se descomponen formando ozono en la baja atmósfera lo que trae como consecuencia náuseas y efectos irritantes en las vías aéreas superiores de las personas y de animales.¹¹

1.4.3 La capa de ozono

A pesar de su frecuente utilización, el término "Capa de ozono" es entendido, generalmente, de una manera que se presta al equívoco. El término sugiere que, a una cierta altura de la atmósfera, existe un nivel de ozono concentrado que cubre y protege la tierra, a modo de un cielo que estuviese encapotado por un estrato nuboso. Lo cierto es que el ozono no está concentrado en un estrato, ni está situado a una altura específica, si no que es un gas escaso que está muy diluido en el aire y que, además, aparece desde el suelo hasta más allá de la estratósfera.

Se denomina **capa de ozono**, u *ozonósfera*, a la zona de la estratósfera terrestre que contiene una concentración relativamente alta de ozono, gas compuesto por tres átomos de oxígeno (O₃). "Relativamente alta" quiere decir unas pocas partículas por millón, mucho más alta que las concentraciones en la atmósfera

¹¹ www.monografias.com/trabajos58/capa-ozono/capa-ozono2.shtm

baja pero aún pequeña comparada con la concentración de los principales componentes de la atmósfera.

La capa de ozono fue descubierta en 1913 por los físicos franceses Charles Fabry y Henri Buisson. Sus propiedades fueron examinadas en detalle por el meteorólogo británico G.M.B. Dobson, quien desarrolló un sencillo espectrofotómetro que podía ser usado para medir el ozono estratosférico desde la superficie terrestre.

Entre 1928 y 1958 Dobson estableció una red mundial de estaciones de monitoreo de ozono, las cuales continúan operando en la actualidad. La Unidad Dobson, una unidad de medición de la cantidad de ozono, fue nombrada en su honor.

La vida en la Tierra ha sido protegida durante millares de años por una capa de veneno vital en la atmósfera. Esta capa, compuesta de ozono, sirve de escudo para proteger a la Tierra contra las dañinas radiaciones ultravioletas del sol. Hasta donde sabemos, es exclusiva de nuestro planeta. Si desapareciera, la luz ultravioleta del sol esterilizaría la superficie del globo y aniquilaría toda la vida terrestre.

La capa de ozono se encuentra en la estratósfera, aproximadamente de 15 a 50 Km. sobre la superficie del planeta. En ella se producen concentraciones de ozono de hasta 10 partes por millón. La concentración del ozono estratosférico varía con la altura, pero nunca es más de una cienmilésima de la atmósfera en que se encuentra.

El ozono es un gas tan escaso que, si en un momento lo separásemos del resto del aire y que lo atrajésemos al ras de tierra, tendría solamente **3mm de espesor**.

El ozono está en todas partes y a cualquier altura. Incluso en los niveles estratosféricos de máxima concentración relativa es un componente minoritario de

la mezcla de gases que componen el aire. **En ninguna altura, llega a representar ni el 0,001% del volumen total de aire.**

La radiación ultravioleta de menor longitud, conocida como UV, es letal para todas las formas de vida y es bloqueada casi por completo. La radiación UVA, de mayor longitud, es relativamente inofensiva y pasa casi en su totalidad a través de la capa. Entre ambas está la UVB, menos letal que la UVC, pero peligrosa; la capa de ozono la absorbe en su mayor parte.

Cualquier daño a la capa de ozono aumentará la radiación UVB, a igualdad de otras condiciones. Sin embargo, esta radiación está también limitada por el ozono troposférico, los aerosoles y las nubes como se muestra en la figura 2.¹²

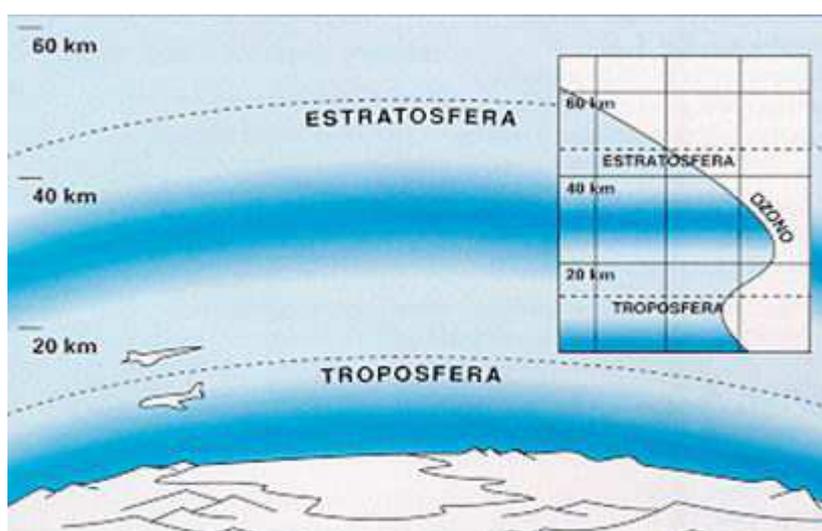


Figura 2: Distribución de la capa de ozono

1.4.4 Distribución de la capa de ozono

El ozono se encuentra muy desigualmente repartido en las capas atmosféricas; las inferiores contienen a partir de los 20 Kms. de altura.

¹² <http://www.ozonizerweb.com/index.php/contacto.html>

Va aumentando su proporción para alcanzar la mayor densidad hacia los 50 Kms. Y disminuir posteriormente hasta los 80. Por esta razón recibe el nombre de ozonósfera (capa de ozono), la zona comprendida entre los 35 y 80 Kms, la cual se halla encima de la estratósfera y debajo de la ionósfera.

La formación del ozono atmosférico es debido al bombardeo de las moléculas de oxígeno por iones y electrones procedentes del sol, y su presencia en la atmósfera hace posible la absorción de la casi totalidad de la radiación ultravioleta del sol que incide sobre la tierra, de modo que evite la acción destructora de los órganos vivos que llevarán a cabo la radiación procedente del sol sin el filtro de la capa de ozono gaseoso.

La cantidad de ozono en la atmósfera varía según el lugar y el tiempo, aumenta desde las zonas tropicales a los polos y experimenta una oscilación anual imperceptible en el ecuador y de la mayor amplitud en los polos, con un máximo en la primavera y un mínimo en el otoño.

1.4.4.1 Función de la capa de ozono

La existencia de la Capa de Ozono es capital para la preservación de la vida en nuestro planeta. Así, el O₃ forma un escudo protector que impide que los rayos (UV) perjudiciales del Sol alcancen la faz de la Tierra, dejando, por el contrario, continuar su camino hacia la superficie los rayos (UV) benéficos (luz solar iniciadora del proceso fotosintético en los vegetales de la tierra y del mar).

En la estratósfera, a una distancia entre 15 y 50 kilómetros, forma una verdadera capa protectora de los rayos ultravioletas provenientes del sol, ya que actúa como una pantalla que filtra dichos rayos; por lo que ésta es, indudablemente su función específica en la estratósfera, que es donde se encuentra en estado natural y es allí donde absorbe las peligrosas radiaciones ultravioletas provenientes del sol, mientras que deja pasar la luz visible para soportar la producción de las plantas que forman la base de las cadenas alimenticias.

1.4.4.2 La destrucción de la capa de ozono

La preocupación por el cuidado de la Capa de Ozono se inició a comienzos de los años 70, cuando se pensó en la acción perjudicial de los óxidos nitrogenados, que se desprenden de los aviones supersónicos, sobre el O₃. Estos lo destruirían según la ecuación tipo siguiente:



En otras palabras: el óxido nitroso reacciona con el ozono dando por resultado óxido nítrico y oxígeno común. Si bien esto sucede, la injerencia en el problema del ozono es mínima.

Sin embargo, en 1974 los investigadores del Departamento de Química de la Universidad de California: Sherwood Rowland y Mario Molina causaron gran impacto en Estados Unidos al exponer en un estudio teórico, la seria amenaza para la Capa de Ozono mundial que significaban los productos químicos sintéticos denominados: "CLORO-FLUORO-CARBONOS" (CFC).

La disminución del O₃ comenzó a ser detectada en la Antártica en 1977 por científicos de la British Antarctic Survey. Pero la duda sobre la certeza de las mediciones siguió, hasta que se logró comprobar en 1985, que la radiación UV perjudicial del Sol había aumentado 10 veces y que la Capa de Ozono sobre la Antártica había disminuido en 40%.

Esto fue confirmado ese mismo año (1985) cuando investigadores de la NASA comprobaron el deterioro de la Capa de Ozono gracias a instrumentos instalados en el satélite Nimbus 7.

Así, consignaron que el sector dañado cubría una zona subcircular, donde se presentaba la delgadez máxima del O₃ sobre la Antártica. A partir de entonces se comenzó a hablar del "agujero" en la Capa de Ozono, lo que en realidad es una gravísima disminución del espesor del escudo protector de O₃.

En la primavera de 1987, el ozono disminuyó en un 50% sobre la Antártica. (En el punto Bahía Halley - Mar de Weddell -, cayó en casi un 95%).

La capa de ozono, según investigaciones científicas, se está reduciendo entre un 2 y 3 % cada año. La disminución del espesor de la capa de ozono fue por mucho tiempo un misterio. Explicaciones ligadas a los ciclos solares o características dinámicas de la atmósfera, parecen infundadas y hoy por día parece probado que es debido al aumento de las emisiones del freón (Clorofluorcarbono o C.F.C), un gas que se usa en la industria de los aerosoles, plásticos y los circuitos de refrigeración y aire acondicionado.

Los CFC son compuestos muy estables, no son inflamables ni tóxicos. Así, su estabilidad les da una larga vida en la atmósfera, lo que permite su transporte hacia la parte superior, en la estratósfera, donde permanecen por centenas de años.

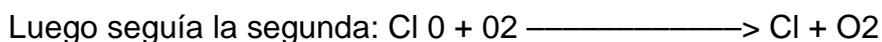
Sin embargo, los rayos ultravioletas, en contacto con el CFC, producen una reacción química que libera el Cloro y el Bromo y produce la destrucción del

ozono. Así, los mismo rayos, que ya no son los detenidos, alcanzan la superficie de la tierra en mayor cantidad e intensidad.

Al entrar en la zona fotoquímica, los CFC serían desintegrados por la acción de los rayos UV, que cortan los enlaces químicos de sus componentes. De este modo se liberaban átomos de Cloro (Cl), los que considerados "ozonófagos", inmediatamente buscarían una molécula de ozono. Se desencadenaba entonces la siguiente ecuación tipo:



En otras palabras: el cloro reacciona con el ozono resultando monóxido de cloro y oxígeno común.



Es decir, el monóxido de Cloro vuelve a reaccionar con el oxígeno, resultando cloro libre y oxígeno. El cloro libre continúa con la primera reacción en forma encadenada.¹³

Los científicos de la Universidad de California habían dado la primera voz de alarma sobre la destructiva acción de los CFC sobre el O₃. Asimismo habían indicado que los CFC en la atmósfera no eran eliminados por las lluvias ni se disolvían en el mar por su relativa insolubilidad en agua.

¹³ <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/363AgujOzAntar.htm>

Posteriormente, debido a la carencia de pruebas (cifras y estadísticas de medición de la cantidad de O₃ en la atmósfera) que confirmaran la hipótesis de Rowland y Molina, los fabricantes de CFC en Estados Unidos continuaron su producción en gran escala.

Si la Capa de Ozono fuese destruida, el aumento de la radiación UV desencadenaría una serie catastrófica de reacciones biológicas como el incremento en la frecuencia de enfermedades infecciosas y cáncer en la piel.

Por otra parte, la producción de gases de "invernadero" (evacuados desde la superficie de la Tierra por acción principalmente del hombre) que generan el llamado "*Efecto Invernadero*", tendrá como consecuencia un calentamiento global con cambios regionales en la temperatura, lo que redundará en una elevación del nivel del mar como resultado, entre otros factores, del derretimiento paulatino de grandes masas de hielo polar, como se aprecia en la figura 3 ¹⁴

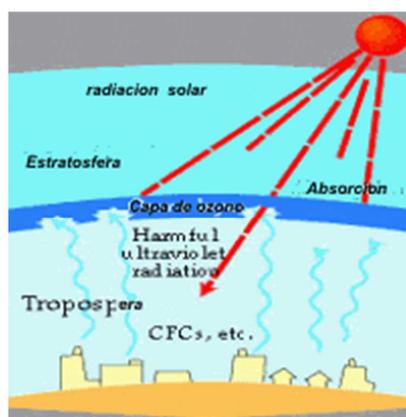


Figura 3: Acción de la capa de ozono a los rayos UV

¹⁴ http://www.tesisexarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX-0406109-162724//Tdcv1de1.pdf

1.4.4.3 El agujero de ozono Antártico

Algunos meteorólogos ingleses estacionados en la Antártica informaron de un "agujero" (en realidad, el adelgazamiento de una zona) en la capa de ozono sobre el polo sur allí la concentración de ozono era 50 % inferior a lo normal, en la figura 4 se ilustra el agujero en la capa de Ozono.

En 1996, la concentración de ozono llegó a un mismo nivel, 40% inferior a los niveles de 1960, en un área de 26 millones de metros cuadrados, mayor que toda la América del norte.

Parches movedizos de aire sin ozono han causado aumentos del 20% en la radiación ultravioleta de Australia. Las estaciones de televisión informan a diario las lecturas de radiación ultravioleta y aconsejan a los habitantes que no se soleen.

Cálculos basados en datos actuales indican que en Queensland, donde la capa de ozono es más delgada, se espera que tres de cuatro padezcan de cáncer cutáneo.

En rigor no existe un agujero. En forma estacional, entre los meses de agosto y noviembre, se viene observando, desde mediados de los 70' una región con valores relativamente bajos, con una zona estrecha que lo delimita, con fuertes gradientes separando estos bajos valores, de un entorno con alta concentración del gas. Se habla de agujero cuando hay menos de 220 DU de ozono entre la superficie y el espacio.

Organismos inferiores, base de la cadena alimentaria del mar, son a su vez la base de los estudios biológicos, ya que en un solo episodio de agujero de ozono,

cumplen varias veces su ciclo reproductivo, permitiendo detectar posibles agentes causantes de mutaciones.

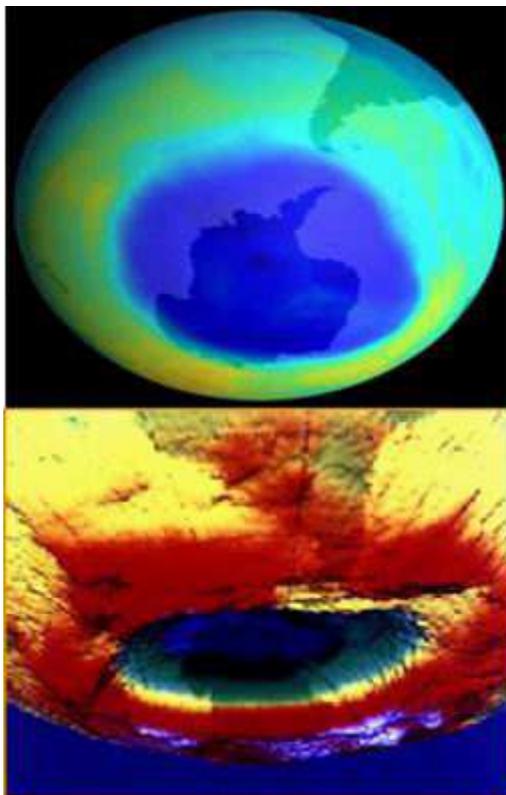


Figura 4: Agujero en la capa de ozono¹⁵

1.5 OBTENCIÓN DEL OZONO EN FORMA ARTIFICIAL

Los principales métodos de generación de ozono son:

- Electrólisis
- Generación fotoquímica
- Descargas eléctricas de alto voltaje

1.5.1 Electrólisis

Electrólisis del ácido sulfúrico. El rendimiento es mediocre y no se utiliza habitualmente (el consumo de energía es de 2-5 veces mayor que en el método

¹⁵ <http://sophimania.pe/2013/03/13/artico-nasa-descubre-las-causas-del-agujero-en-la-capa-de-ozono-de-2011>

de descargas eléctricas). También se ha descrito la producción de ozono a partir de la electrólisis del ácido perclórico concentrado.

1.5.2 Generación fotoquímica

Mediante reacción del oxígeno con luz ultravioleta (140-190 nm). Este procedimiento no se utiliza industrialmente debido al bajo rendimiento de generación de ozono ($[O_3] < 1 \text{ g/m}^3$) y al alto consumo energético (del orden de 3kWh/g). Este es el método de producción natural del ozono estratosférico.

1.5.3 Descargas eléctricas de alto voltaje

La técnica de plasma frío es el método que se emplea habitualmente; se hace pasar oxígeno (o aire de secado) a través de un campo eléctrico (generado entre un electrodo de media tensión – diferencia de potencial de 10 a 20 kV y un electrodo de masa), generándose diversas especies químicas excitadas o no (átomos, iones, radicales entre otros) que se recombinan para formar ozono. Para evitar la formación de arcos eléctricos (que provocarían un aumento de la temperatura perjudicial para la producción de ozono) se sitúa un dieléctrico de espesor uniforme junto a uno de los electrodos. Los electrodos deben refrigerarse (los generadores de ozono de baja producción se pueden refrigerar con aire).

Es de especial importancia la sequedad del gas de partida, ya que la presencia del vapor de agua provoca una disminución de la producción de ozono, y en el caso de usar aire se produce la formación de óxido de nitrógeno y ácido nítrico, que causan problemas de corrosión en el ozonizador. Otras impurezas, como algunos hidrocarburos (CFCs) y el hidrógeno, tienen una influencia negativa sobre la producción de ozono mientras que la presencia de trazas de CO incrementa ligeramente el rendimiento de la reacción.

1.6 PRINCIPALES APLICACIONES DEL OZONO

Sus aplicaciones más importantes derivan de su gran poder oxidante.

- Elimina y destruye ácaros, esporas, virus, hongos, bacterias, protozoos y microorganismo contaminantes ambientales.
- Elimina olores provocados por comida, químicos, mala ventilación, smog, humo de cigarrillo, orgánicos, etc.
- Purifica y oxigena el aire.
- Purificación y desodorización de refrigeradores, cuartos fríos y cadena de frío, manteniendo el producto en óptimo estado por mayor tiempo.
- Purificación y desodorización de vehículos familiares, públicos y comerciales.
- Purificación de habitaciones, oficinas, salas de reuniones, bodegas.
- Esterilización de quirófanos.
- Desinfección y desodorización salas de espera, en consultorios, clínicas y hospitales.
- Una de sus principales aplicaciones es como desinfectante y desodorante del agua potable dado su gran poder bactericida. Se trata de un desinfectante mucho más potente que el cloro, tradicionalmente usado para desinfectar el agua, pero más difícil de utilizar. Actúa sobre un mayor número de microorganismos que el cloro. Esta utilización no es peligrosa para el medio ambiente, porque no contribuye a aumentar los niveles de ozono troposférico.
- También se utiliza como agente blanqueante de ceras, aceites y textiles y para envejecer el vino y la madera.¹⁶

1.7 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Los dispositivos más importantes a emplearse en la aplicación de este proyecto, se definen como sigue:

¹⁶ <http://www.ozonizerweb.com/index.php/contacto.html>

1.7.1 Regulador de voltaje

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante.

1.7.1.1 Medición de la calidad de regulación.

Par que el voltaje de salida siempre se mantenga constante, la regulación se especifica por dos medidas:

- Regulación de carga, es el cambio en el voltaje de salida para un cambio.
- Regulación de línea o regulación de entrada es el grado al cual el voltaje de entrada cambia con el voltaje de salida; Es decir, como una relación del cambio entre voltaje de entrada y de salida.

1.7.1.2 Reguladores integrados

Estos reguladores, normalmente suelen tener tres terminales, uno de entrada, un común o masa, y uno de salida, tienen una capacidad de reducción del rizado muy alta y normalmente sólo hay que conectarles un par de condensadores. Existen circuitos reguladores con un gran abanico de tensiones y corrientes de funcionamiento. La serie más conocida de reguladores integrados es la 78xx y la serie 79xx para tensiones positivas.

1.7.1.2.1 Regulador de voltaje 78xx

Los reguladores de voltaje de la clase 78xx, forman parte de los reguladores integrados, es la denominación de una popular familia de reguladores de tensión positiva. Es un componente común en muchas fuentes de alimentación; como ya anotamos anteriormente, tienen tres terminales (voltaje de entrada, masa y voltaje de salida) y especificaciones similares que sólo difieren en la tensión de salida suministrada o en la intensidad. La intensidad máxima depende del código intercalado tras los dos primeros dígitos, como se muestra en la figura 5.

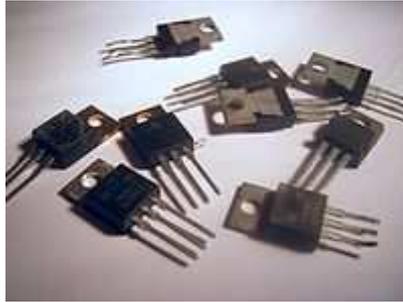


Figura 5: Modelos de circuitos integrados 78XX

1.7.1.2.2 Regulador de voltaje 7805

El regulador de voltaje 7805 entrega 5V de corriente continua. El encapsulado en el que usualmente se lo utiliza es el TO220, aunque también se lo encuentra en encapsulados pequeños de montaje superficial y en encapsulados grandes y metálicos (TO3).

La tensión de alimentación debe ser un poco más de 2 voltios superior a la tensión que entrega el regulador y menor a 35 volts. Usualmente, el modelo estandar (TO220) soporta corrientes de hasta 1A aunque hay diversos modelos en el mercado con corrientes que van desde los 0,1A. El dispositivo posee como protección un limitador de corriente por cortocircuito, y además, otro limitador por temperatura que puede reducir el nivel de corriente.

1.7.1.2.2 Configuración de pines del 7805

La configuración de pines del regulador de voltaje LM 7805 es como se ilustra en la figura 6.

- 1) Entrada
- 2) Común
- 3) Salida

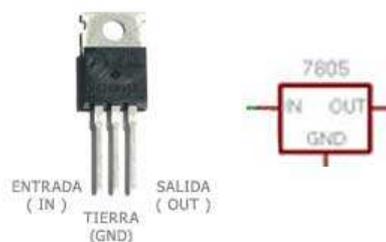


Figura 6: Distribución de pines del 780517

1.7.2 Transistor

1.7.2.1 Definición.- El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término «transistor» es la contracción en inglés de transfer resistor («resistencia de transferencia»).

1.7.2.2 Estructura.- El transistor consta de un sustrato (usualmente silicio) y tres partes como se muestra en la figura 7, dopadas artificialmente (contaminadas con materiales específicos en cantidades específicas) que forman dos uniones bipolares, estas son:

- a) Emisor (E), que emite portadores;
- b) Colector (C), que los recibe o recolecta; y,
- c) Base (B), que está intercalada entre las dos primeras, modula el paso de dichos portadores. El transistor es un dispositivo controlado por corriente y del que se obtiene corriente amplificada.

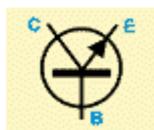


Figura 7: Partes del transistor común NPN

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Regulador_de_tensi%C3%B3n

1.7.2.3 Funcionamiento

De manera simplificada podemos describir su funcionamiento diciendo que: la corriente que circula por el colector es función amplificada de la que se inyecta en el emisor, pero el transistor sólo gradúa la corriente que circula a través de sí mismo, si desde una fuente de corriente continua se alimenta la base para que circule la carga por el colector, según el tipo de circuito que se utilice. El factor de amplificación o ganancia logrado entre corriente de colector y corriente de base, se denomina Beta del transistor.

Otros parámetros a tener en cuenta y que son particulares de cada tipo de transistor son: Tensiones de ruptura de Colector Emisor, de Base Emisor, de Colector Base, Potencia Máxima, disipación de calor, frecuencia de trabajo, y varias tablas donde se grafican los distintos parámetros tales como corriente de base, tensión Colector Emisor, tensión Base Emisor, corriente de Emisor, etc.

1.7.2.4 Transistor 2N3904

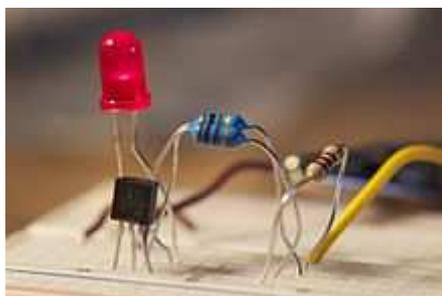


Figura 8: Transistor 2N3904 3N04 en un encapsulado TO-92

La figura 8 muestra el Transistor 2N3904, es el más común de los transistores NPN, generalmente usado para amplificación. Este tipo de transistor representó un gran incremento de eficiencia, con un encapsulado TO-92. Está diseñado para funcionar a bajas intensidades, bajas potencias, tensiones medias, y puede operar a velocidades razonablemente altas. Se trata de un transistor de bajo coste, muy común, y suficientemente robusto como para ser usado en experimentos electrónicos.

1.7.2.4.1 Distribución de pines del transistor 2N3904

La figura 9 ilustra el transistor 2N3904 con la siguiente configuración:

Pin 1: Emisor (E)
Pin 2: Base (B)
Pin 3: Colector (C)



Figura 9: Distribución de pines del transistor bipolar 2N3904¹⁸

1.7.3 El cristal de cuarzo

1.7.3.1 Definición.- El cristal de cuarzo en un montaje electrónico, actúa como un circuito resonante sintonizado a una frecuencia determinada, la propia del cristal. En realidad vibra mecánicamente aunque debido a la propiedad del cuarzo, la piezoelectricidad la vibración mecánica genera una vibración eléctrica y viceversa, la figura 10 muestra el cristal de cuarzo.

Es equivalente a un circuito paralelo de autoinducción y capacidad. Pueden actuar de filtros de frecuencia aunque lo más normal es utilizarlos como osciladores. Si se conecta a la entrada de un elemento activo como un transistor, y además se le provee de realimentación positiva, el circuito oscila y genera la frecuencia propia del cristal. Es muy útil por que es muy estable.¹⁹

¹⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/2N3904>

¹⁹ <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20081019093427AAFzw40>



Figura 10: Cristal de cuarzo

1.7.4 Osciladores en los pic

1.7.4.1 Oscilador.- En electrónica un oscilador es un circuito que es capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo. Estas oscilaciones pueden ser senoidales, cuadradas, triangulares, etcétera, dependiendo de la forma que tenga la onda producida como se muestra en la figura 11.

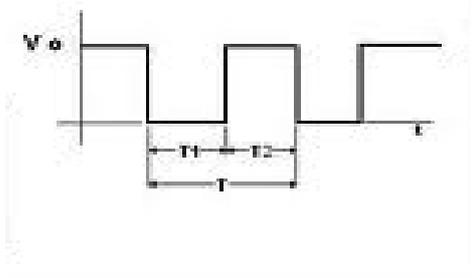


Figura 11: Forma de onda cuadrada

1.7.4.2 Oscilador de onda cuadrada.- Suele denominarse multivibrador y por lo tanto, se les llama osciladores sólo a los que funcionan en base al principio de oscilación natural que constituyen una bobina L y un condensador C, mientras que a los demás se le asignan nombres especiales.

1.7.4.3 Oscilador electrónico.- es fundamentalmente un amplificador cuya señal de entrada se toma de su propia salida a través de un circuito de realimentación. Se puede considerar que está compuesto por:

- Un circuito cuyo desfase depende de la frecuencia (Oscilante eléctrico, LC ó electromecánico, cuarzo).
- Un elemento amplificador.
- Un circuito de realimentación.

1.7.4.4 Oscilador de frecuencia.- Todo microprocesador o microcontrolador requiere de un circuito que le indique a que velocidad debe trabajar. Este circuito es conocido por todos como un oscilador de frecuencia.

Este oscilador es como el motor del microcontrolador por lo tanto, este pequeño circuito no debe faltar. En el caso del microcontrolador PIC12F675 el pin 2 y el pin 3 son utilizados para introducir la frecuencia de reloj. El microcontrolador. La frecuencia de reloj máxima es de 20 Mhz, en nuestro caso trabajamos con una frecuencia de reloj de 4 MHz, ya que es más práctico y está más extendido.

El tipo de oscilador dependerá de la precisión, velocidad y potencia que requiramos, por otro lado, el coste también es un aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir un oscilador u otro.

En el momento de programar el microcontrolador se deberá especificar en los parámetros el tipo de oscilador que utilizamos en nuestro proyecto electrónico. Si su frecuencia de trabajo es de 4 Mhz entonces la configuración del microcontrolador deberá estar en XT.

1.7.5 Tipos de osciladores

Podemos hacer uso de diferentes tipos de osciladores en el PIC, tales como:

RC = Unión de resistencia + capacitor

LP = Cristal o resonador de 32Khz a 200Khz.

XT = Cristal o resonador de 200Khz a 4Mhz.

HS = Cristal o resonador de 4Mhz a 20Mhz.

Para nuestro caso hacemos uso del:

- Oscilador tipo "XT" para frecuencias no mayores de 4 Mhz.²⁰, que se ilustra en la figura 12.

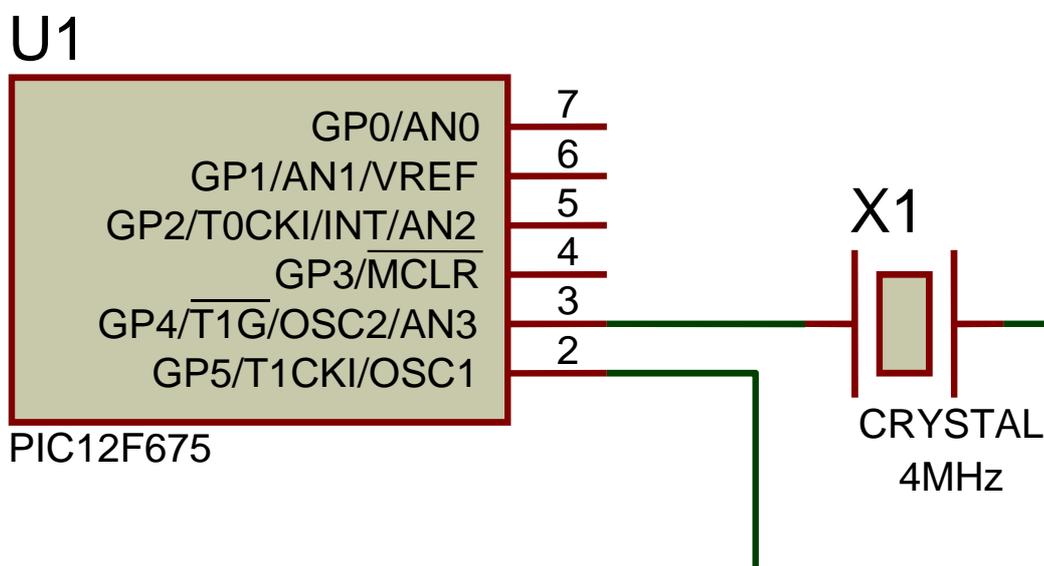


Figura 12: Configuración del cristal con el PIC 12F675

1.7.6 Microcontrolador

1.7.6.1 Definición.- Un **microcontrolador** es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de

²⁰ <http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/cinco/cincocuatro.htm>

una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Algunos microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 kHz, con un consumo de baja potencia (mW o microvatios).

1.7.6.2 Representación esquemática de un microcontrolador.- En el siguiente esquema vemos al microcontrolador metido dentro de un encapsulado de circuito integrado, con su procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y puertos de entrada/salida. Fuera del encapsulado se ubican otros circuitos para completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida. También se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el microcontrolador pueda trabajar, como se aprecia en la figura 13.

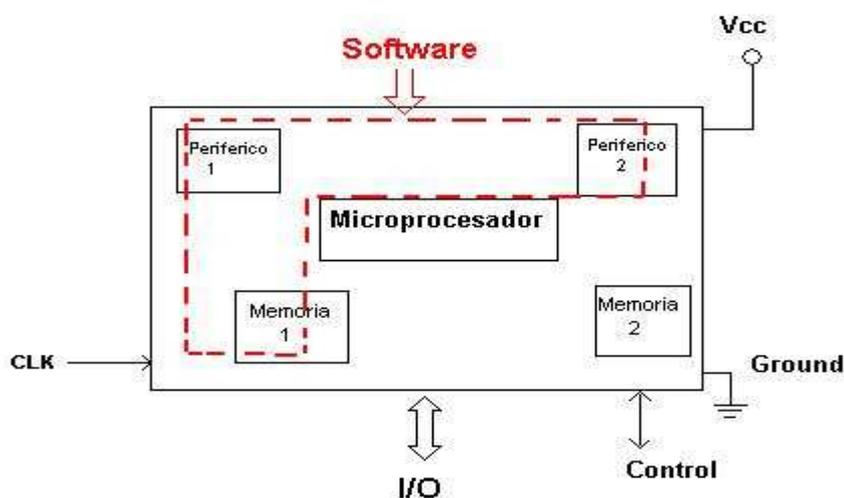


Figura 13: Representación esquemática del microcontrolador

1.7.6.3 Características principales de los microcontroladores:

1.7.6.3.1 Unidad de Procesamiento Central (CPU): Típicamente de 8 bits pero también las hay de 4, 32 y 64 bits con arquitectura Harvard con memoria/bus de datos separado de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de Von Neumann, también llamada arquitectura Princeton con memoria/bus de datos y memoria/bus de instrucciones de programa compartibles.

1.7.6.3.2 Memoria de Programa: Es una memoria ROM (*Read-Only Memory*), EPROM (*Electrically Programmable ROM*), EEPROM (*Electrically Erasable/Programmable ROM*) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes

1.7.6.3.3 Memoria de Datos: Es una memoria RAM (*Random Access Memory*) que típicamente puede ser de 1, 2, 4, 8, 16, 32 kilobytes.

1.7.6.3.4 Generador del Reloj: Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.

1.7.6.3.5 Interfaz de Entrada/Salida: Puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), Red de Area de Controladores (CAN, Controller Area Network), USB (Universal Serial Bus).

1.7.6.3.6 Otras opciones:

- Conversores Análogo-Digitales (*A/D, analog-to-digital*) para convertir un nivel de voltaje en un cierto pin a un valor digital manipulable por el programa del microcontrolador.
- Moduladores por Ancho de Pulso (*PWM, Pulse-Width Modulation*) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.²¹

²¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

1.7.7 Microcontroladores PIC

Los **PIC** (Controlador de Interfaz Periférico) son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology inc. y derivados del PIC1650.

El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000 y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de E/S a la CPU. El PIC utilizaba microcódigo simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.²²

1.7.7.1 Características relevantes de los PIC

1.7.7.1.1 La arquitectura del procesador sigue el modelo Harvard.

La repercusión más importante del empleo de la arquitectura Harvard en los microcontroladores PIC se manifiesta en la organización de la memoria del sistema como se aprecia en la figura 14. La memoria de programa o instrucciones es independiente de la de los datos, teniendo tamaños y longitudes de palabra diferentes.

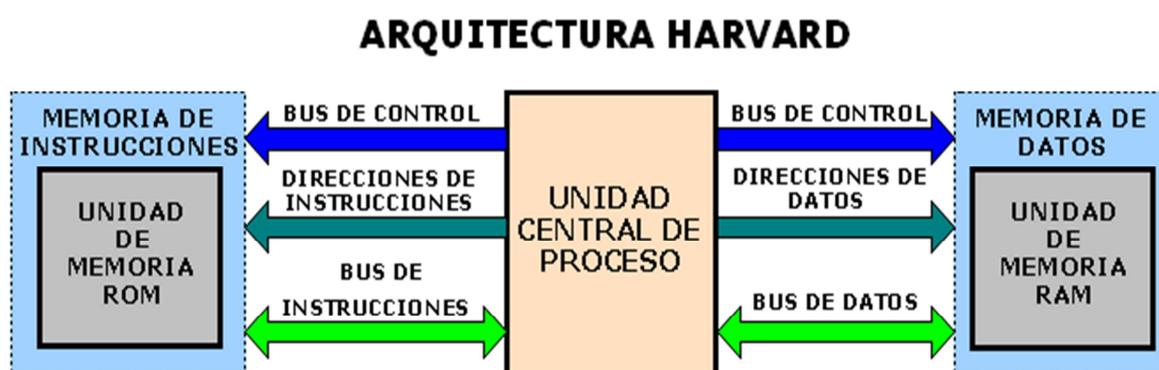


Figura 14: Arquitectura Harvard del microcontrolador.

²² <http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/cinco/cincocuatro.htm>

La arquitectura Harvard permite a la CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, propicia numerosas ventajas al funcionamiento del sistema.

En los PIC, el formato de las instrucciones es de 12 bits, 14 bits o 16 bits según el modelo y, en consecuencia, la longitud de las palabras de la memoria de instrucciones o programa corresponde con esa longitud. Este tamaño permite codificar en una palabra el código de operación de la instrucción junto al operando o su dirección.

Para adaptarse a las necesidades de las aplicaciones del usuario hay modelos con 512 posiciones para la memoria de instrucciones y otros que tienen 1k, 2k, y hasta 64k posiciones de memoria.

Existen varias versiones de memoria de instrucciones para los PIC:

- Versión Flash. Utiliza una memoria EEPROM tipo Flash, que puede grabarse y borrarse muchas veces.
- Versión OTP . ("One Time Programmable") "Programable una sola vez". Sólo se puede grabar una vez por el usuario sin la posibilidad de borrar lo que se graba. Resulta mucho más económica en la implementación de prototipos y pequeñas series.
- Versión QTP. Es el propio fabricante el que se encarga de grabar el código en todos los chips que configuran pedidos medianos y grandes.
- Versión SQTP. El fabricante solo graba unas pocas posiciones de código para labores de identificación, número de serie, palabra clave, checksum, etc.

Los modelos con memoria OTP sólo pueden ser grabados una vez por el usuario.

Puesto que los datos y operandos que manejan las instrucciones son de 8 bits, la longitud de las palabras de la memoria de datos tiene ese tamaño.

La capacidad de la SRAM varía entre 16 y 3968 posiciones, según el modelo.

1.7.7.1.2 Se aplica la técnica de segmentación ("pipe-line") en la ejecución de las instrucciones.

La segmentación permite al procesador realizar al mismo tiempo la ejecución de una instrucción y la búsqueda del código de la siguiente. De esta forma se puede ejecutar cada instrucción en un ciclo (en los PIC cada ciclo de instrucción son cuatro ciclos de reloj).

Durante la fase de búsqueda, la dirección de la instrucción la proporciona el PC, el cual normalmente se autoincrementa en la mayoría de las instrucciones, excepto en las de salto. Las instrucciones de salto ocupan dos ciclos al no conocer la dirección de la siguiente instrucción.

1.7.7.1.3 El formato de todas las instrucciones tiene la misma longitud.

Las instrucciones de los microcontroladores mas sencillos tienen una longitud de palabra de 12 bits. Los medianos tienen 14 bits y los de mayor complejidad tienen más longitud. Esta característica es muy ventajosa en la optimización de la memoria de instrucciones y facilita enormemente la construcción de ensambladores y compiladores.

1.7.7.1.4 Procesador RISC (Computador de Juego de Instrucciones Reducido).

Las CPU's atendiendo al tipo de instrucciones que utilizan pueden clasificarse en:

- CISC: (Complex Instruction Set Computer) Computadores de juego de instrucciones complejo, que disponen de un repertorio de instrucciones elevado (80, 100 o más), algunas de ellas muy sofisticadas y potentes, pero que como contrapartida requieren muchos ciclos de máquina para ejecutar las instrucciones complejas.
- RISC: (Reduced Instruction Set Computer) Computadores de juego de instrucciones reducido, en los que el repertorio de instrucciones es muy reducido, las instrucciones son muy simples y suelen ejecutarse en un ciclo

máquina. Además los RISC deben tener una estructura pipeline y ejecutar todas las instrucciones a la misma velocidad.

- SISC: (Specific Instruction Set Computer) Computadores de juego de instrucciones específico. En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es "específico", es decir, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista.

El número de instrucciones de los PIC mas simples es 33, llegando a 60 en los más complejos.

1.7.7.1.5 Todas las instrucciones son ortogonales.

Cualquier instrucción puede manejar cualquier elemento de la arquitectura como fuente o como destino.

En los PIC el manejo del banco de registros, que participan activamente en la ejecución de las instrucciones, es muy interesante al ser ortogonales.

1.7.7.1.6 Arquitectura basada en un banco de registros.

La arquitectura basada en banco de registros implica que todos los elementos del sistema, es decir, temporizadores, puertos de entrada/salida, posiciones de memoria, etc, están implementados físicamente como registros.

En la figura 15 se muestra como la ALU (Unidad Aritmético-Lógica) efectúa sus operaciones con dos operandos, uno que proviene del registro W (Work), que en otras CPUs recibe el nombre de Acumulador, y el otro que se encuentra en cualquier otro registro o desde el propio código de instrucción.

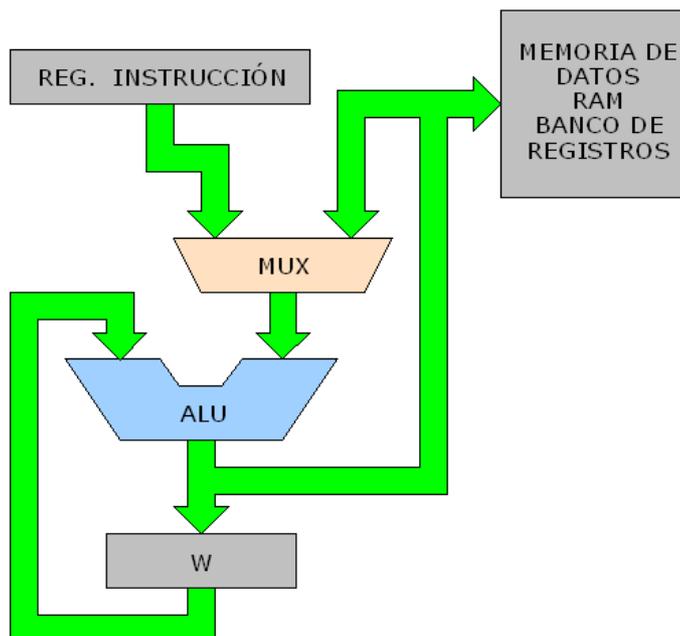


Figura 15: Esquema del funcionamiento de la ALU en un pic.

1.7.7.1.7 Recursos en los PIC:

- a) Sistema POR (POWER ON RESET).- Todos los PIC tienen la facultad de generar una autoreinicialización o autoreset al conectarles la alimentación.
- b) Perro guardián, (Watchdog).- Existe un temporizador que produce un reset automáticamente si no es recargado antes de que pase un tiempo prefijado. Así se evita que el sistema se quede "colgado" puesto que dada esa situación el programa no recargaría dicho temporizador y se generaría un reset.
- c) Código de protección.- Cuando se procede a realizar la grabación del programa, puede protegerse para evitar su lectura. También disponen de posiciones reservadas para registrar números de serie, códigos de identificación, prueba, etc.
- d) Modo de reposo (bajo consumo o SLEEP).- Ejecutando una instrucción (SLEEP), el CPU y el oscilador principal se detienen y se reduce notablemente el consumo.
- e) Modo de reposo (bajo consumo o SLEEP).

1.7.7.1.8 Modelos de arquitectura cerrada y de arquitectura abierta.

Entre los fabricantes de microcontroladores hay dos tendencias para resolver las demandas de los usuarios:

a) Microcontroladores de arquitectura cerrada.

Cada modelo se construye con una determinada CPU, cierta capacidad de memoria de datos, cierto tipo y capacidad de memoria de instrucciones, un número de E/S y un conjunto de recursos auxiliares muy concreto. El modelo no admite variaciones ni ampliaciones.

La aplicación a la que se destina debe encontrar en su estructura todo lo que precisa y, en caso contrario, hay que desecharlo. Microchip ha elegido principalmente este modelo de arquitectura.

b) Microcontroladores de arquitectura abierta.

Estos microcontroladores se caracterizan porque, además de disponer de una estructura interna determinada, pueden emplear sus líneas de E/S para sacar al exterior los buses de datos, direcciones y control, con lo que se posibilita la ampliación de la memoria y las E/S con circuitos .integrados externos.

Los verdaderos microcontroladores responden a la arquitectura cerrada y permiten resolver una aplicación con un solo circuito integrado y a precio muy reducido.

1.7.7.1.9 Diversidad de modelos de microcontroladores.

La gran variedad de modelos de microcontroladores PIC permite que el usuario pueda seleccionar el más conveniente para su proyecto:

- El número de patillas de E/S varía de 4 a 70, según el modelo.
- Casi todos disponen de una memoria EEPROM de 16 a 1024 bytes para almacenar datos y recuperarlos después de haber eliminado la alimentación.

- Las frecuencias más habituales de funcionamiento máximas, según el modelo, son 4 MHz y 10 MHz, llegando algunos a los 48 MHz.
- Además de las entradas/salidas digitales y temporizadores y contadores, según el modelo, podemos disponer de entradas/salidas analógicas (convertidores A/D, D/A), comparadores analógicos, amplificadores operacionales, puerto serie, I2C, USB.
- Según la versión de PIC, la Pila o "Stack" dispone de un cierto número de niveles lo que supone poder encadenar más o menos subrutinas.
- Los microcontroladores PIC más sencillos no admiten interrupciones, pero el resto sí.
- Hay PIC donde el temporizador TMR1 tiene un circuito oscilador que puede trabajar asincrónicamente y que puede incrementarse aunque el microcontrolador se halle en el modo de reposo ("sleep"), posibilitando la implementación de un reloj en tiempo real.
- En algunos modelos las líneas de E/S del uno o más puertos presentan una carga "pull-up" activada por software. Los dispositivos más complejos responden a microcontroladores de arquitectura abierta que pueden expandirse en el exterior al poder sacar los buses de datos, direcciones y control. Así se pueden configurar sistemas similares a los que utilizan los microprocesadores convencionales, siendo capaces de ampliar la configuración interna del PIC añadiendo nuevos dispositivos de memoria y de E/S externas. Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de patillas.

Con los PIC se dispone de gran diversidad de modelos y encapsulados, pudiendo seleccionar el que mejor se acople a las necesidades de acuerdo con el tipo y capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S y las funciones auxiliares precisas. Sin embargo, todas las versiones están construidas alrededor de una arquitectura común, un repertorio mínimo de instrucciones y un conjunto de opciones muy apreciadas, como el bajo consumo y el amplio margen del voltaje de alimentación.

1.7.7.1.10 Amplio margen de alimentación y corrientes de salida elevadas.

La tensión típica de los PIC es de 5 v, si bien según que modelos se pueden alimentar con tensiones de 2 a 6,25 voltios, lo cual posibilita el funcionamiento mediante pilas corrientes teniendo en cuenta su bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz).

Las líneas de E/S de los PIC pueden proporcionar o absorber una corriente de salida comprendida entre 20 y 25 mA, capaz de excitar directamente ciertos periféricos.²³

1.7.7.2 Tipos de PIC

La mayoría de los sistemas de control incrustados requieren CPU, memoria de datos, memoria de instrucciones, líneas de E/S, y diversas funciones auxiliares como temporizadores, comunicación serie y otras. La capacidad y el tipo de las memorias, el número de líneas de E/S y el de temporizadores, así como circuitos auxiliares, son parámetros que dependen exclusivamente de la aplicación y varían mucho de una situación a otra. Quizás se pueda considerar la decisión más importante del proyecto la elección del modelo de microcontrolador. Para adaptarse de forma óptima a las necesidades de los usuarios, Microchip ofrece diversos tipos de microcontroladores de 8 bits.

1.7.7.2.1 PIC de 8 patillas

Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer todos sus componentes de 8 patitas. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2,5 V y 5,5 V, y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz. El formato de sus instrucciones puede ser de 12 o de 14 bits y su

²³ <http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic.htm>

repertorio es de 33 o 35 instrucciones, respectivamente. En la figura 16 se muestra el diagrama de conexionado de uno de estos PIC.

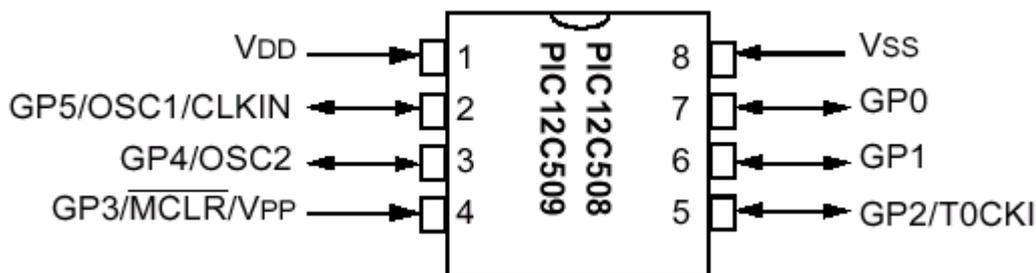


Figura 16: Esquema de un PIC de 8 patillas

Aunque sólo tienen 8 patillas, pueden destinar hasta 6 como líneas de E/S para los periféricos al disponer de un oscilador interno R-C, lo cual es una de sus principales características.

Los modelos 12F6xx poseen memoria Flash para el programa y EEPROM para los datos.

1.7.7.3 Microcontrolador pic12f675

El microcontrolador 12F675 que se muestra en la figura 17 viene en un chip de 8 pines y aunque es pequeño está lleno de periféricos, incluso tiene un ADC de 10 bits integrado; además, tiene 1024 palabras de la memoria de programa, 64 bytes de RAM y 128 bytes de EEPROM, un oscilador interno, temporizadores, un ADC y un comparador.

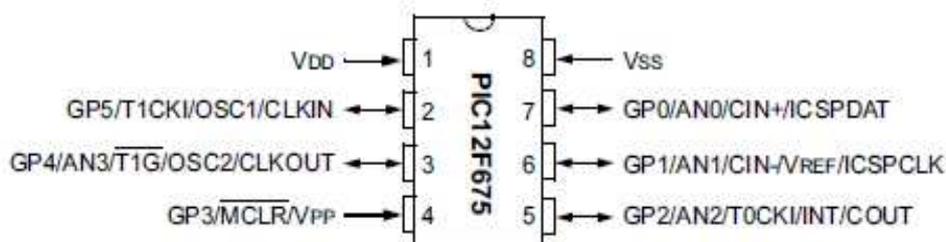


Figura 17: Disposición de pines del PIC 12F675

1.7.7.3.1 Características

El diagrama de burbujas ilustrado en la figura 18 muestra los periféricos principales y características de la 12F675 en un formato visual:

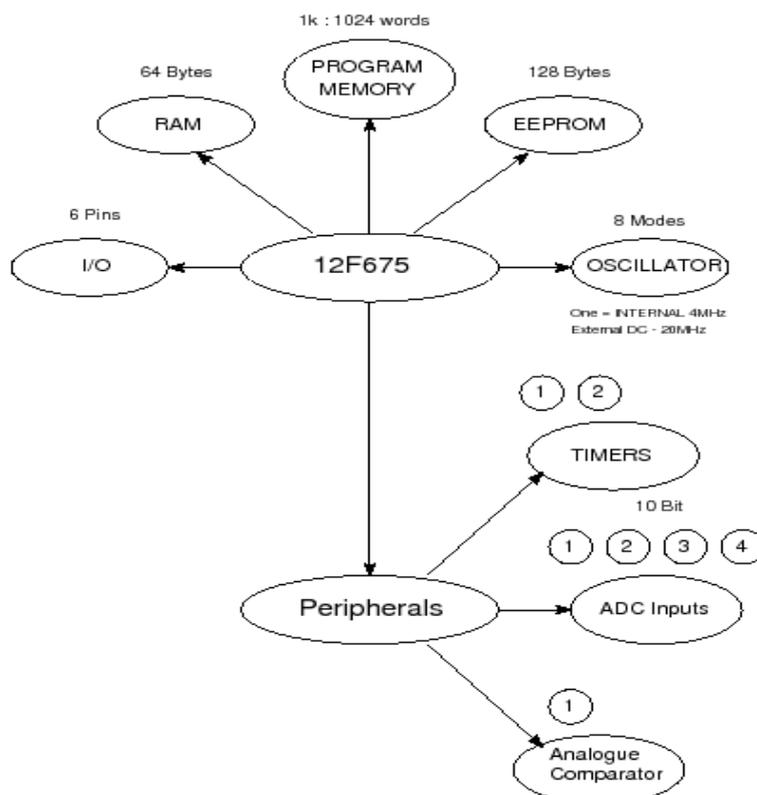


Figura 18: Diagrama de burbujas del microcontrolador pic12f675

- De alto rendimiento RISC CPU
- Sólo 35 instrucciones sola palabra para aprender.
- Todas las instrucciones son solo ciclo ($1\mu s$), excepto para las sucursales del programa.
- Velocidad de funcionamiento: DC - entrada de reloj 20MHz
- Capacidad de alarma
- 8-Level Hardware Stack Profundo
- Modos de direccionamiento directos, indirectos y relativa

Características periféricos

- 8-bit en tiempo real de reloj / contador (TMR0) con 8-bit prescalar programable.
- 6 pines I / O con control de dirección individual.
- Alta corriente de drenador / surtidor de la impulsión directa del LED.
- Analógico a Digital módulo convertidor: 10-bits de resolución, programable de canales de entrada.
- Mejora de Timer1.
- In-Circuit Serial Programming (ICSP) a través de los pins .

Características de baja potencia

- Corriente de espera: 1 nA a 2.0V, típico.
- Corriente de funcionamiento: 8,5 μ A a 32 kHz, 2,0 V, típico, 100 mA a 1 MHz, 2,0 V, típico.
- Watchdog Timer actual: 300 nA a 2.0V, típico.
- Oscilador del Timer1 corriente: 4 A 32 kHz, 2,0 V, típico.

Características especiales

- Internos y externos de las opciones de oscilador.
- Ahorro de energía modo SLEEP.
- Amplio rango de tensión de funcionamiento - 2,0 V a 5,5 V.
- Rango de temperatura industrial y extendido.
- Bajo consumo de energía-on reset (POR).
- Power-up Timer (PWRT) y el oscilador de puesta en marcha del temporizador (OST).
- Brown-out detectar (BOT).
- Watchdog timer (WDT) con oscilador independiente para un funcionamiento fiable.
- Multiplex MCLR / Input-pin .
- Interrupción-a-pin cambio.
- Individual programable débil pull-ups.

- Protección de código programable.
- Alta resistencia FLASH / EPROM Celular.²⁴

1.7.7.3.2 Programación

Para algunas aplicaciones es necesaria la utilización de un microcontrolador pequeño, ya que si no se utilizan muchos puertos, el hecho de usar un microcontrolador más grande, solo sería un desperdicio de dinero y de componentes.

En virtud de esto, podemos **utilizar los microcontroladores de 8 pines**. Estos cuentan con casi todas las cualidades de un **microcontrolador de gama alta**, a excepción del número de puertos y una memoria de programa más pequeña. Pero aun así podemos contar con grandes cualidades propias de los microcontroladores más robustos, como el conversor análogo a digital, comparadores, temporizadores de 8 y 16 bits, protocolos de comunicación, memoria EEPROM, etc.

Una de las formas para programar al microcontrolador pic12F675 se lo hace con un programador ICSP. Sus conexiones ICSP se muestran en la figura 19.

²⁴ <http://www.ucontrol.com.ar/forosmf/tutoriales-guias-y-cursos-en-ucontrol/datasheet-en-e...>

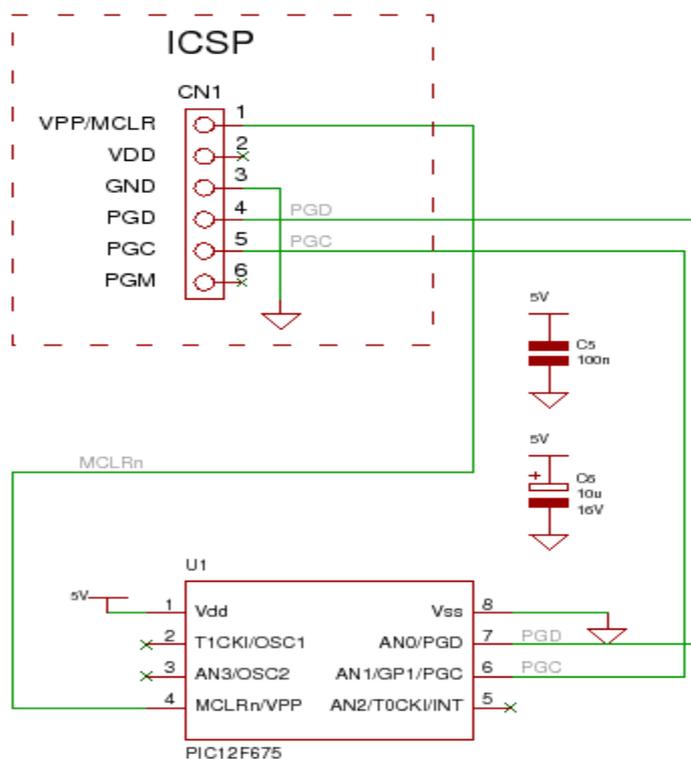


Figura 19: Programador ICSP para grabar el microcontrolador pic de 8 pines.

Al usar esta forma de programación se necesita un programa que se ejecuta en el PC: ICPROG . Esto le permite flashear el archivo hexadecimal generado por el compilador en el 12F675.

Otra forma de programar es utilizando el grabador de PIC denominado PICKit-2 el cual se comunica con su Pc a través de un cable USB. Esta es la forma más sencilla y segura la misma que he utilizado en este proyecto.²⁵

²⁵ <http://www.best-microcontroller-projects.com/12F675.html>

1.7.7.4 Auto Transformador elevador

Si se aplica una tensión alterna entre los puntos C y D, y se mide la tensión de salida entre los puntos A y B, se dice que el autotransformador es elevador de tensión, como se ilustra en la figura 20.

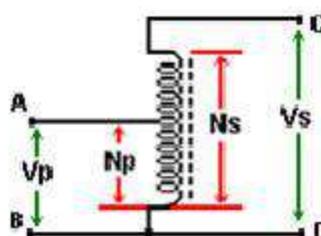


Figura 20: Transformador elevador

Relación de vueltas $N_s / N_p > 1$

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

El principio de funcionamiento es el mismo que el del transformador común, entonces la relación de transformación entre las tensiones y las corrientes y el número devueltas se mantiene.

Las corrientes primaria y secundaria están en oposición y la corriente total que circula por las espiras en común es igual a la diferencia de la corriente del devanado de baja tensión y el devanado de alta tensión.

Para que un autotransformador funcione Adecuadamente los dos devanados deben tener el mismo sentido de bobinado

Operación

Tiene un solo bobinado arrollado sobre el núcleo, pero dispone de cuatro bornes, dos para cada circuito, y por ello presenta puntos en común con el transformador.

Consta de un bobinado de extremos A y D, al cual se le ha hecho una derivación en el punto intermedio B. Por ahora llamaremos primario a la sección completa A D y secundario a la porción B D como se observa en la figura 21, pero en la práctica puede ser a la inversa, cuando se desea elevar la tensión primaria.

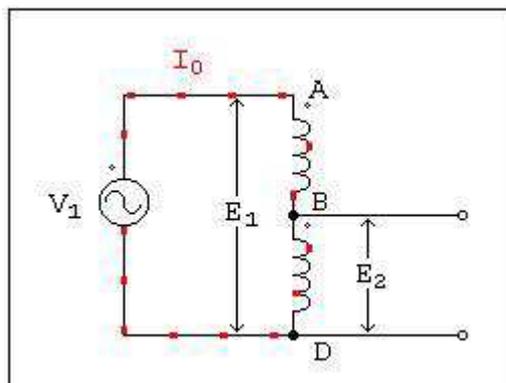


Figura 21: Autotransformador elevador

La tensión de la red primaria, a la cual se conectará el autotransformador, es V_1 , aplicada a los puntos A y D. mostrados en la figura 21. Como toda bobina con núcleo de hierro, en cuanto se aplica esa tensión circula una corriente que hemos llamado de vacío en la teoría anterior. Sabemos también, que esa corriente de vacío está formada por dos componentes; una parte es la corriente magnetizante, que está atrasada 90° respecto de la tensión, y otra parte que está en fase, y es la que cubre las pérdidas en el hierro, cuyo monto se encuentra multiplicando esa parte de la corriente de vacío, por la tensión aplicada. Llamamos a la corriente total de vacío I_0 , como lo hemos hecho en otras oportunidades.²⁶

²⁶ www.monografias.com › Ingeniería

CAPÍTULO II

2. CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO PURIFICADOR DE AIRE

Teniendo claro los conceptos teóricos descritos en el Capítulo I, éstas las llevo a la práctica dentro de la construcción del circuito.

En éste capítulo describo los pasos necesarios que he dado durante la elaboración y construcción del circuito. Para iniciar, al seleccionar los dispositivos eléctricos y electrónicos fue necesario tomar en cuenta las características y funcionamiento de cada uno de ellos, tales como: rangos de corrientes y voltajes ya que ello dependerá que no sufran alguna avería durante su utilización.

El principal dispositivo que comanda a la mayoría de las acciones a ejecutarse con el propósito general de este proyecto es el microcontrolador PIC12F675, el cual fue seleccionado teniendo en cuenta sus características de funcionamiento, acorde a las necesidades del proyecto.

También describiremos la estructura del Software; esto es, los algoritmos que hemos utilizado, para que de manera ordenada y secuencial cumpla con las decisiones correctas que debe tomar el microprocesador.

2.1 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO.

Se ha hablado mucho sobre la bondad y necesidad de utilizar el ozono en procesos de descontaminación de aire y agua, así como en procesos de desodorización en general. Todo ello ha llevado a los diferentes países avanzados a establecer las condiciones y los máximos y mínimos para la exposición de personas a las concentraciones de ozono adecuadas para mejorar la calidad del aire y elevar en confort. Hoy en día es indiscutible que el ozono es el mejor desinfectante en las instalaciones donde conviven personas en tiempos importantes. El interés creciente por utilizar el ozono en descontaminación

ambiental hizo que en el 79º Congreso del Instituto Americano de Ingenieros Químicos, marzo de 1.975, se sentaran las bases de la Ozonización Ambiental y a partir de allí, los distintos organismos mundiales aprobaron los límites de exposición detallados en la tabla 3:²⁷

ORGANIZACION	p.p.m.	mg O3/m3 aire
OMS Organización Mundial de la Salud	0,1	0,2
FDA Food and Drug Administration	0,05	0,1
OSHA Occupational Safety and Health Administration	0,1	0,2
EPA Environmental Protection Agency	0,08	0,16

Tabla 3: Límites de exposición

El parámetro utilizado mundialmente es el fijado por la OMS. De aquí nace la regla de oro de la ozonización ambiental:

"EN AMBIENTES DONDE PERMANEZCAN PERSONAS DURANTE MÁS DE 8 HORAS/DÍA LA CONCENTRACIÓN NO DEBERA SER SUPERIOR A 0,1 p.p.m., O LO QUE ES LO MISMO 0,2 mg O3/m3 DE AIRE."

Como comprobantes con la tabla anterior, un ambiente bien ozonizado es aquel que prácticamente no huele a ozono. Debemos tener en cuenta que la acción desodorizante del ozono no se debe a una simple acción de camuflaje del olor sino a una auténtica destrucción de la materia orgánica y de las bacterias que lo provocan. El aire existente en un ambiente cerrado se va enrareciendo al disminuir su contenido en oxígeno y aumentar el óxido de carbono. Con concentraciones de ozono de 0,01 p.p.m., es decir 0,02 mgr O3/m3 aire. ¡DIEZ VECES MENOS DEL MAXIMO ADMISIBLE! Se puede rebajar a la mitad el número de renovaciones del aire; esto nos lleva a un ahorro importante en

²⁷ <http://www.revistadiners.com.co/nuevo/internaedicion.php?IDEdicion=27&idn=556&idm=3>

calefacción o refrigeración. Hoy en día está fuera de toda duda el hecho de que el ozono incluso a bajas concentraciones menores que 0,1 p.p.m., tiene una notable acción bactericida, fungicida y viricida en general. Destruye con gran rapidez estreptococos, estafilococos, colibacilos, así como las más enérgicas toxinas difterianas y tetánica.

2.2.1 Cálculo para la instalación del ozonificador

AMBIENTES DONDE HAY PERSONAS PERMANENTEMENTE En este caso, y según las normativas mundiales vigentes (OMS), la concentración de ozono no deberá sobrepasar los 0,1 p.p.m. en volumen.

CON NUESTROS SISTEMAS, EQUIPOS Y EMPLEANDO ESTE MANUAL DE CÁLCULO, NUNCA SOBREPASAREMOS LOS 0,1 mg. O₃/m³ O LO QUE ES LO MISMO: 0,05 p.p.m. EN VOLUMEN.

A igual volumen de un ambiente o local, existen diferentes necesidades de ozono por hora. Se necesita conocer:

1. Volumen del local a tratar
2. Número de personas que se encuentran por término medio
3. Actividad que se desarrolla en el local

Solamente con estos tres datos puede determinarse la producción mínima necesaria de ozono para tratar el ambiente donde existen personas de forma permanente.

2.1.1.1 Ambientes con personas

$$P_n = [(V * R_H) + (NP * RP)] * CM$$

Siendo: P_n = Producción mínima a instalar en mg O₃/hr.

V = Volumen del local en metros cúbicos (m³).

RH = Número de renovaciones/hora por volumen.

NP = Número medio de personas que confluyen en el local

.RP = Número de renovaciones por persona.

CM = Coeficiente de concentración adecuada para el ambiente.

Se hace la diferencia entre viviendas particulares donde no existe actividad profesional y local con actividades profesionales o locales públicos donde existe afluencia de personas como se detalla en la tabla 4.²⁸

TIPO ACTIVIDAD	RH	RP	CM
Dormitorio	0,5	10	0,2
Salón – Comedor	1,5	20	0,2
Cocina	3	20	0,2
Despacho	0,5	10	0,2
Cuarto de Baño	3	20	0,2
Cuarto de estar	2	20	0,2
Depósito – Garaje	5	30	0,2

Tabla 4: Niveles de ozono permitidos para Ambientes particulares

²⁸ <http://www.ozonizerweb.com/index.php/contacto.html>

2.1.2.1 Ambientes públicos

TIPO ACTIVIDAD / LOCAL	RH	RP	CM
ACADEMIAS	2	20	0.2
DEPOSITOS EN GENERAL	2	25	0.2
DEPOSITOS DE FRUTAS	5	30	0.2
ARCHIVOS - BIBLIOTECAS	1.5	20	0.2
ASCENSORES	2	20	0.2
BAÑOS PUBLICOS	5	--	0.2
BAÑOS DE OFICINAS	4	--	0.2
ASILOS	2	20	0.2
AUTOBUSES	5.0	10	0.2
AUTOMÓVILES	0.5	20	0.2
BALNEARIOS	2	20	0.2
BIBLIOTECAS	1.5	20	0.2
BARES CON AIRE ACOND.	2	15	0.2
BARES SIN AIRE ACOND.	4	25	0.2
CARNICERIAS	5	30	0.2
CASINOS – BINGOS	5	30	0.2
CINES	6	--	0.2
CLÍNICAS MÉDICAS	2	20	0.2
CLÍNICAS VETERINARIAS	2	20	0.2
COCINAS COLECTIVAS	5	30	0.2
COLEGIOS (AULAS)	1.5	20	0.2
COMEDORES	2	20	0.2
COMERCIOS EN GENERAL	1.5	20	0.2
CONSULTORIOS MÉDICOS	2	20	0.2
CYBERS	5	30	0.2
DESPACHO DE FUMADORES	1.5	25	0.2
DESPACHO SIN FUMADORES	1	20	0.2
DISCOTECAS	2	25	0.2
BANCOS	2	20	0.2

FABRICA DE GALLETAS	3	20	0.2
FABRICA DE EMBUTIDOS	5	30	0.2
FABRICA DE MUEBLES	4	25	0.2
FARMACIAS	2	25	0.2
GARAJES	5	30	0.2
GIMNASIOS	2	25	0.2
GUARDERÍAS	1.5	20	0.2
HOSPITALES	2	20	0.2
HOTELES (HABITACIONES)	1.5	20	0.2
IMPRENTAS	4	25	0.2
JOYERIAS (TALLER)	2	25	0.2
OBRADORES	3	20	0.2
OFICINAS EN GENERAL	1.5	20	0.2
ÓPTICAS	2	20	0.2
PANIFICADORAS	3	20	0.2
PASILLOS	1.5	--	0.2
PELUQUERÍAS	2	20	0.2
PESCADERIAS	5	30	0.2
POLLERIAS	5	30	0.2
PUBS	2	25	0.2
QUIRÓFANOS	2	20	0.2
RESTAURANTES	2	25	0.2
SALA DE CONFERENCIAS	2	25	0.2
SALA DESPIECE MATADEROS	4	25	0.2
SALAS DE ESPERA	2	20	0.2
SALA DE JUEGOS	2	25	0.2
SALA DE MANIPULACION	4	25	0.2
SALON DE BELLEZA	2	20	0.2
SERIGRAFIAS	4	25	0.2
SUPERMERCADOS	2	20	0.2

TALLERES	3	20	0.2
TEATROS	6	--	0.2
TINTORERIAS	4	25	0.2
SALAS VELATORIAS	2	20	0.2
VENTA ANIMALES VIVOS	10	25	0.2
VESTIBULOS	1.5	--	0.2
VESTUARIOS	3	--	0.2

Tabla 5: Niveles de ozono permitidos para Ambientes públicos

Las actividades cuyo coeficiente RP = 0 (--) indican que no es sustancial el número de personas que pueda haber en el local, debido a una asistencia temporal o fugaz.

Cuando la instalación del equipo se realiza aprovechando la conducción de AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO es necesario aumentar la producción resultante en un 25%, debido a las adversas condiciones que representa este tipo de instalación: mayor número de gérmenes, de humedad, de temperatura,...Con lo cual la fórmula quedaría:²⁹

$$P_n = [(V * RH) + (NP * RP)] * CM] * 1,25$$

2.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO

El proceso para la construcción de nuestro circuito, lo hemos resumido en el diagrama de bloques que se muestra en la figura 22, el mismo que está conformado por diferentes etapas que de manera gráfica nos indican los pasos que se han dado durante la elaboración del mismo, etapas que serán detalladas manteniendo el orden de funcionamiento.

²⁹ <http://www.ozonizerweb.com/index.php/contacto.html>

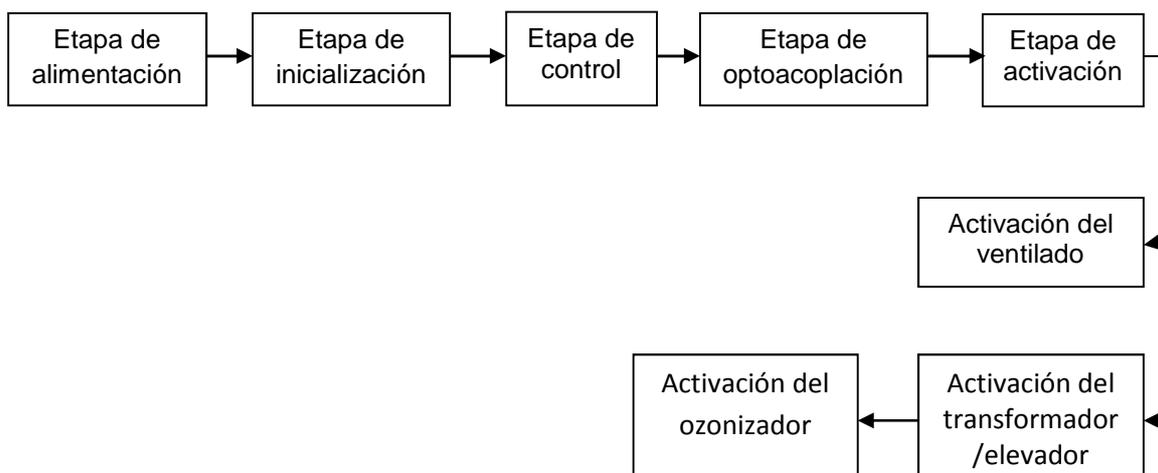


Figura 22: Diagrama de bloques del proyecto.

2.3.1 Etapa de alimentación

Como anteriormente señalamos, es muy importante tener presente los rangos de voltajes y corriente de los elementos y en base de esto podemos alimentar a los diferentes dispositivos sin que sufran algún daño dentro de su estructura. Por lo tanto, necesitamos de voltajes fijos y estables de corriente continua.

2.2.1.1.- Obtención de los 12V-CA

En primer lugar, para alimentar el circuito hacemos uso de la energía que nos provee la Empresa Eléctrica, que es de 110V-CA, 60Hz; posteriormente haciendo uso de un transformador, el mismo que es alimentado con el voltaje anterior, obteniendo como salida un voltaje de 12V-CA de acuerdo al esquema:

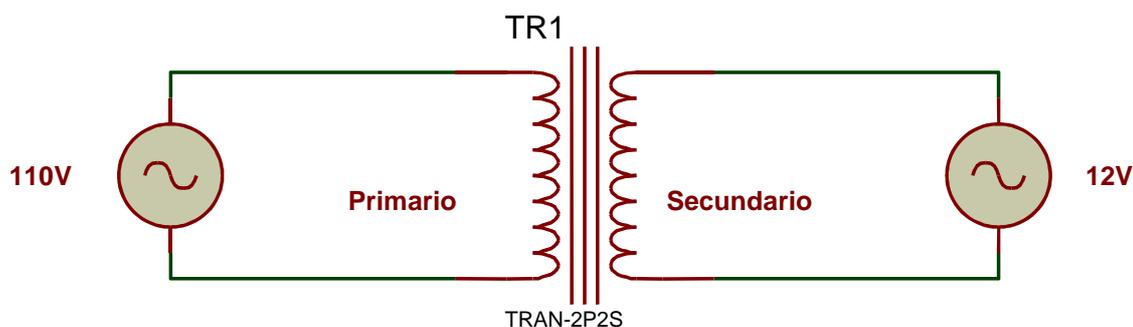


Figura 23: Esquema del transformador: 110V-CA a 12V-CA

2.2.1.2.- Obtención de los 12V-CC y 5V-CC

Con este voltaje de salida a través de un puente de diodos lo transformamos en continua, el mismo que es dividido en dos partes como se muestra en la figura 24:

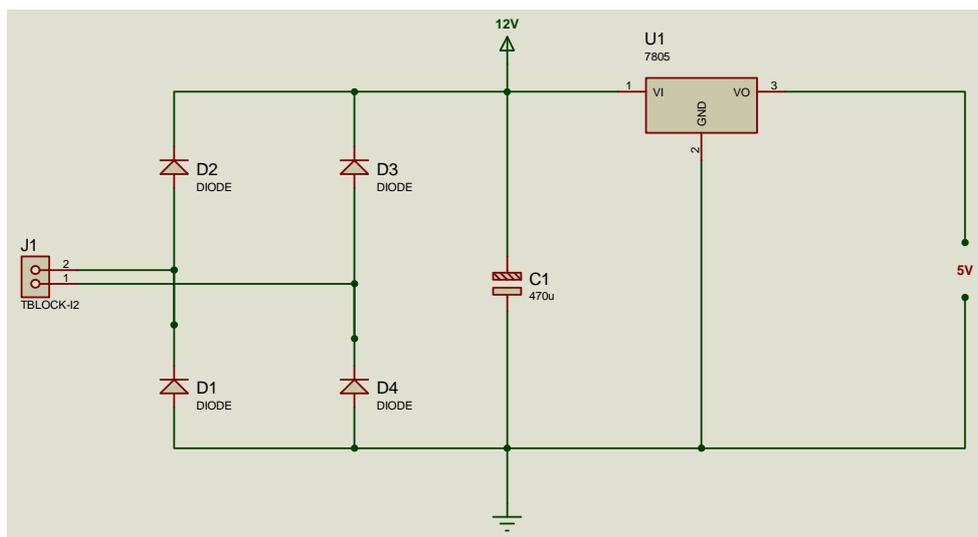


Figura 24: Esquema del circuito para obtener los 12 y 5 voltios

El primer voltaje que debemos obtener es de 12V-CC, el mismo que alimentará a la parte de potencia del circuito, conformado por el relé y sus cargas; este voltaje lo tomamos directamente de la salida del puente de diodos que está en paralelo con un condensador, voltaje que hacemos uso para alimentar al relé.

El segundo voltaje que necesitamos es de 5V-CC, el cual nos permitirá alimentar a la parte de control del circuito, conformada principalmente por el microprocesador pic12f675 y el transistor. Este voltaje lo conseguimos de la siguiente manera: de los 12V-CC que obtuvimos e indicamos en el párrafo anterior, posteriormente y a través un regulador de voltaje (LM7805), obtenemos los 5V-CC.

2.3.2 Etapa de inicialización

Esta etapa es primordial en lo que se refiere al funcionamiento del circuito, la conforma principalmente el microprocesador PIC12F675 que una vez energizado, comandará principalmente al transistor y al relé como ilustra en la figura 25:

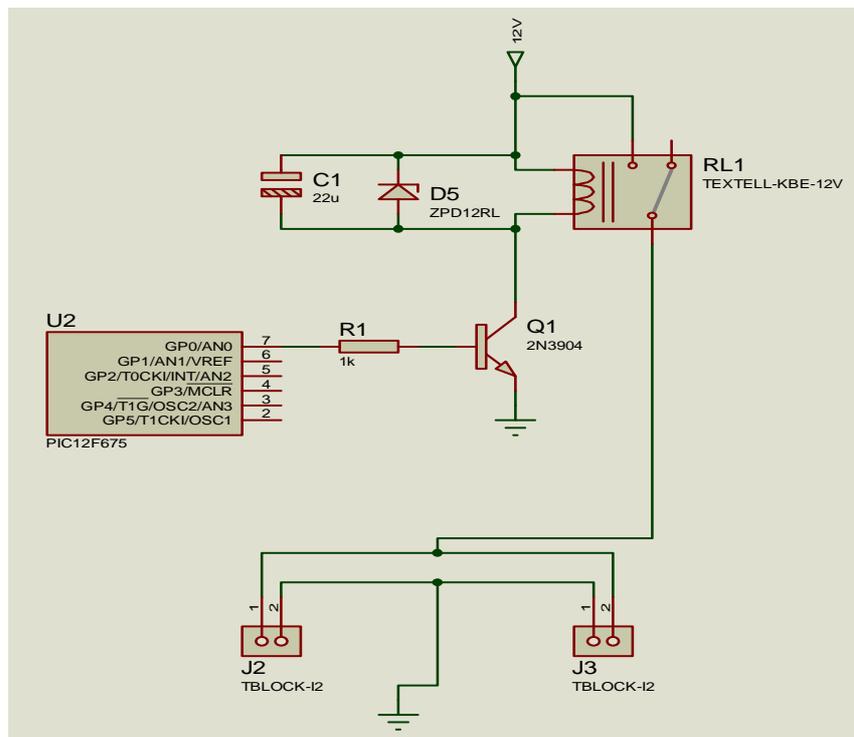


Figura 25: Esquema del circuito para alimentar las cargas.

El microprocesador es alimentado con los 5V-CC, a través del pin1 (Vcc) y pin8 (Gnd). Del pin7, alimentamos al transistor, a través de una resistencia (1,5K) que servirá para limitar la corriente. El cálculo para obtener el valor de esta resistencia lo hacemos de la siguiente manera:

Datos del transistor:

$$I_c = 0.6 \text{ A}$$

$$\beta = 200$$

$$V_{cc} = 5 \text{ V}$$

Corriente en la base del transistor:

$$I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

$$I_b = \frac{0.6 A}{200}$$

$$I_b = 3 mA$$

Cálculo de la resistencia:

$$R = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b}$$

$$R = \frac{5V - 0.6V}{3mA}$$

$$R \approx 1500\Omega$$

Una vez alimentado el transistor, éste se activará, lo que significa que entre el colector y el emisor circulará una corriente igual a la a la corriente que circula en la base del transistor. Esto significa que los contactos del relé cambian de posición: el contacto que estaba normalmente abierto se cerrará, permitiendo así el paso de los 12V, los cuales nos sirven para alimentar al ventilador y al transformador/elevador. El contacto que originalmente estaba cerrado se abrirá. Este proceso de alimentación durará mientras nuestro microprocesador PIC se encuentre en 1L (5V), caso contrario, los contactos regresarán a su posición original; esto quiere decir que el pin7 de nuestro microprocesador PIC, se pondrá en 0L (0V).

De acuerdo a nuestro software, el programa está diseñado para un periodo de 14 minutos, lo que significa que 14 minutos nuestro microprocesador estará en 1L y el mismo periodo de tiempo se encontrará en 0L.

2.3.3 Etapa de control

En esta etapa el microprocesador PIC 12F675 comandará al relé a través del software grabado en él.

2.2.3.1 Descripción del software utilizado

El software trabajará conjuntamente con el hardware para llevar a cabo las decisiones que debe tomar el microcontrolador PIC12F675.

2.2.3.1.1 Estructura del programa

```
/* Programa */
void main()
{
  TRISIO=0;
  while (1) {
    GPIO.F0=1;
    delay_ms(130300);
    GPIO.F0=0;
    delay_ms(130300);
  }
}
```

2.2.3.1.2 Descripción de las funciones, sentencias y operandos que conforman el programa

- Es importante documentar el código: `/* Comentarios */`
- **void** tipo de valor a devolver al programa que llama la función.
- **main** nombre de la función.

- **(void)** Argumentos que recibe la función del programa que la llama.
- Es importante recordar que los compiladores de C difieren mayúsculas de minúsculas.

Sentencia while

La sentencia **while** es útil en aquellos casos en donde no se conoce de antemano el número de veces que una o más sentencias se tienen que repetir.

SINTAXIS

```
while(condicion)
{
código a Repetir
}
```

donde:

condición, es la expresión a evaluar

- **Función delay**

La función **delay()**, sirve para hacer una pausa de 'n' segundos. En algunos compiladores esta función se incluye en la librería conio.h, pero en nuestro caso lo hacemos nosotros mismos.

SINTAXIS:

```
Delay(variable tipo int);
```

- **Función GPIO.F0 = 1**

Esta función nos indica que nuestro microprocesador pic se encuentra en 1L.

- **Función GPIO.F0 = 0**

Esta función nos indica que nuestro microprocesador pic se encuentra en 0L.

2.2.3.2 Procedimiento para grabar el microcontrolador

Nuestro software es un programa realizado en mikroC, el cual una vez realizado las pruebas necesarias se procede a grabar en nuestro microcontrolador pic, haciendo uso de un grabador de PICs denominado PICkit2 el cual se comunica con nuestro PC a través de un cable de datos USB y el programa ICPROG

Los microcontroladores **PIC de 8 pines de Microchip**, básicamente se diferencian en que utilizan un valor de calibración para su oscilador interno. Este es un número hexadecimal que se encuentra en la última posición de memoria y que corresponde a la instrucción RETLW, este **valor de calibración** debe cargarse al momento de grabar el microcontrolador, de lo contrario este podría funcionar erráticamente o verse alterados todos los tiempos de ejecución, debido a que el oscilador correrá a una frecuencia diferente.

Así que lo primero que se debe hacer cuando se adquiere este tipo de microcontrolador, es leer su memoria de programa con nuestro grabador de PIC's, luego apuntamos ese valor en un lugar seguro y teniendo en cuenta a que microcontrolador en especial pertenece, esto es debido a que todos los microcontroladores de 8 pines poseen un valor de calibración diferente.

Primero abrimos el programa y buscamos el dispositivo a programar, después buscamos el archivo .hex para grabar el **microcontrolador de 8 pines**. Si todo ha salido bien deberíamos ver una imagen del programa, como se muestra en la figura 26 a continuación:

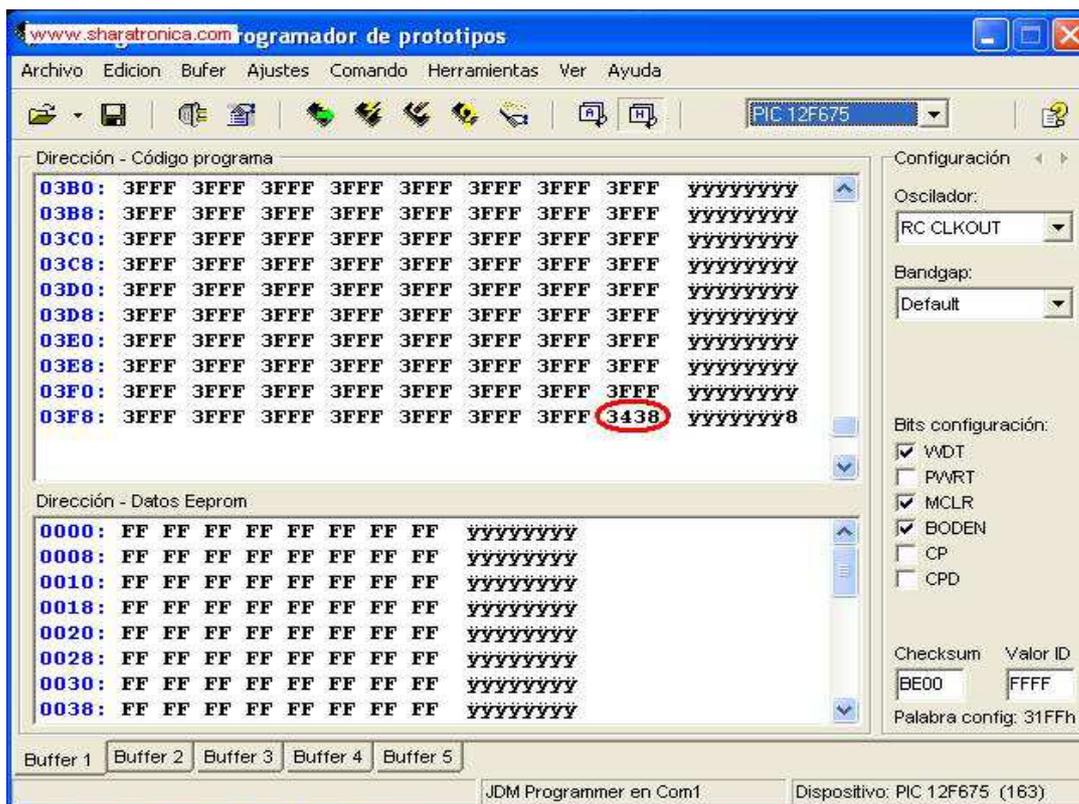


Figura 26: Proceso para grabar el pic

Después le damos clic al icono del rayo amarillo, para poder comenzar con la grabación del programa en el microcontrolador PIC.

En el transcurso de la grabación, aparece una ventana que nos preguntará si deseamos utilizar el valor de calibración actual o cambiarlo por otro predeterminado. Si el valor propuesto es el original del PIC, entonces le decimos que si o aceptar, de lo contrario no aceptaremos el cambio del valor de calibración. Si todo sale bien veremos la ventana de confirmación, que nos indica que el PIC se grabó correctamente.

2.3.4 Principales funciones que debe cumplir el microprocesador PIC12F675

- El PIC12F675, interpreta los algoritmos del programa que está en su memoria para luego tomar las decisiones correspondientes.
- Dar una señal para la activación/desactivación del relé.
- Activar las cargas correspondientes del relé.

2.2.4.1 Descripción de los pines en el microcontrolador PIC12F675

En la tabla 6 se descripción de los pines del microcontrolador PIC12F675.

No. pin	Name	Funtion	Input type	Output type	Description
1	V _{DD}	V _{DD}	Power		Suministrar energía positive
2	GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN	GP5	TTL	CMOS	Bi-directional I/O w/ programmable pull-up and interrupt-on-change
		T1CKI	ST		TMR1 clock
		OCS1	XTAL		Crystal/resonator
		CLKIN	ST		External clock input/RC oscillator connection
3	GP4/AN3/T1G/OSC2/CLKOUT	GP4	TTL	CMOS	Bi-directional I/O w/ programmable pull-up and interrupt-on-change
		AN3	AN		A/D Channel 3 input
		T1G	ST		TMR1 gate
		OSC2		XTAL	Crystal/resonator
		CLKOUT		CMOS	Fosc/4 output
4	GP3/MCLR/V _{pp}	GP3	TTL		Input port w/ interrupt-on-change
		MCLR	ST		Master clear
		V _{PP}	HV		Programming voltage
7	GP0/AN0/CIN +/ICSPDAT	GP0	TTL	CMOS	Bi-directional I/O w/ programmable pull-up and interrupt-on-change
		AN0	AN		A/D Channel 0 input
		CIN+	AN		Comparator input
		ICSPDAT	TTL	CMOS	Serial programming I/O
8	V _{SS}	V _{SS}	Power		Ground reference

Tabla 6: Descripción de los pines del microcontrolador PIC12F675.

2.2.4.2 Descripción de los pines utilizados en el microcontrolador PIC12F675

- A través de pin 1 suministramos energía positiva y el pin 8 utilizamos para referencia a tierra.
- Los pines 2 y 3 son utilizados para el cristal.
- Del pin 4 a través de una resistencia de 10K, limitamos la corriente para luego activar el master clear.
- Del pin 7 con una resistencia de 1K limitamos la corriente y alimentamos al transistor por intermedio de su base.

2.3.5 Etapa de optoacoplación

En párrafos anteriores indicamos que el relé debe ser alimentado con 12V-CC, mientras que el microprocesador con 5V, esto significa que tanto sus voltajes como sus corrientes son diferentes. La función principal de esta etapa, es aislar la parte de potencia (relé) de la parte de control (microprocesador), de tal manera que no exista algún voltaje diferente a los requeridos que podría causar daño a los dispositivos, sobre todo al microcontrolador.

2.2.5.1 Configuración de pines del transistor 2N3904

Pin 1: Emisor (E)

Pin 2: Base (B)

Pin 3: Colector (C)



Figura 27: Distribución de pines del transistor

2.2.5.2 Configuración de pines del relé.

Este tipo de relé tiene la siguiente configuración:

Pin 1 y 2: Bobina.

Pin 3: Normalmente cerrado (NC).

Pin 4: Normalmente abierto (NA).

Pin 5: Común.

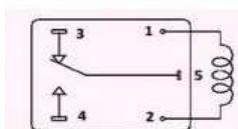


Figura 28: Distribución de pines del relé de SRD-06VDC-SL-C

2.2.5.3 Diseño del circuito para alimentar las cargas

Las dos cargas que son el ventilador y el transformador/elevador son alimentados con los 12V-CC que nos suministra el relé, este proceso lo indicamos siguientes esquemas:

2.2.5.3.1 Diseño del circuito para alimentar el ventilador

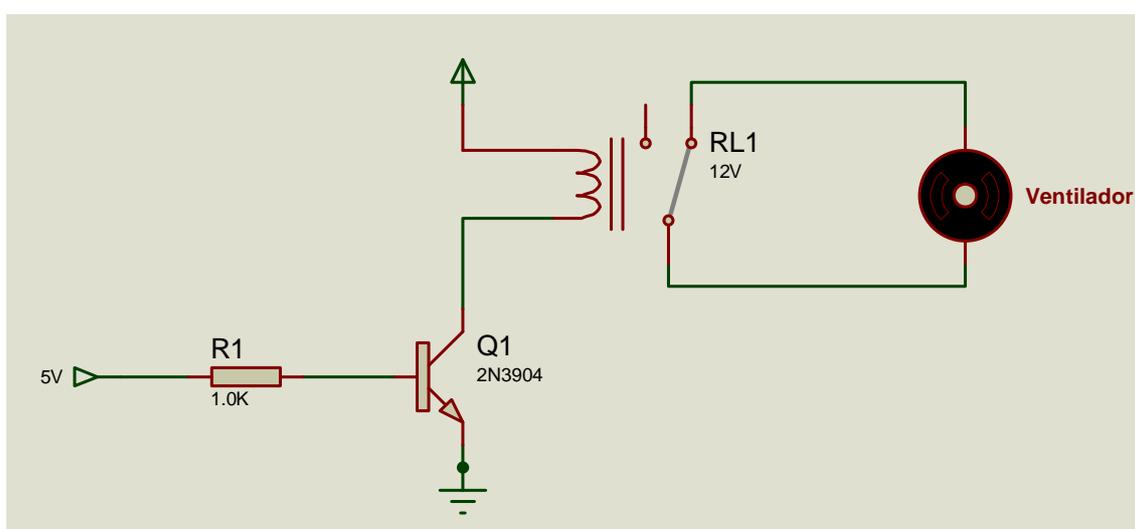


Figura 29: Esquema del circuito que alimenta al ventilador

- Del pin7 del microcontrolador PIC 12F675, alimentamos a la base del transistor a través de una resistencia 1,0 K.
- El colector del transistor va conectado al terminal 2 del relé y los terminales, mientras que el emisor va a tierra.
- Los pines 3 y 5 del relé lo utilizo para alimentar al ventilador por intermedio de una bornera.

2.2.5.3.2 Diseño del circuito para alimentar el transformador / elevador

El proceso para alimentar al transformador/elevador es igual que el descrito para el ventilador, como se ilustra en la figura 30.

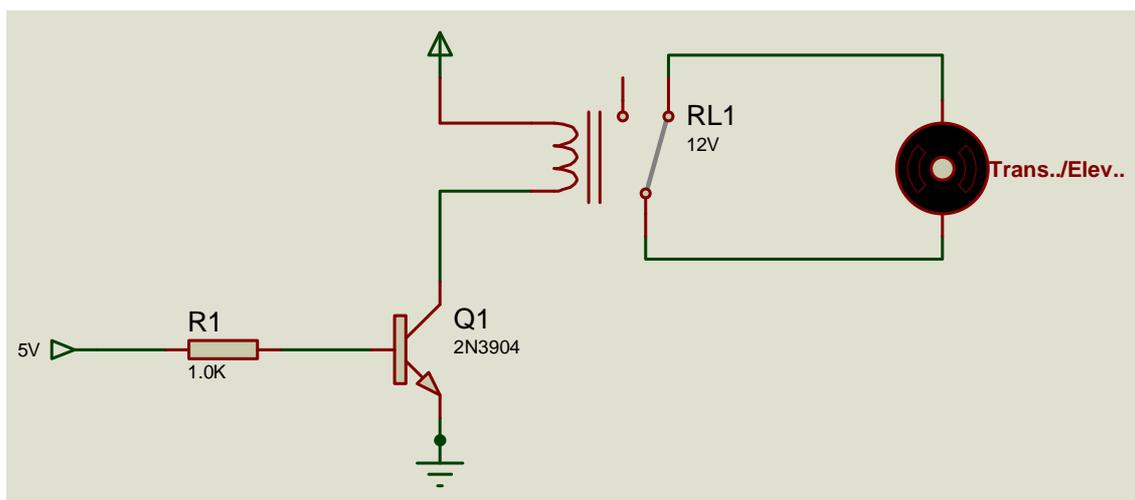


Figura 30: Esquema del circuito para alimentar al transformador elevador.

2.3.6 Etapa de activación

En esta etapa se muestran los resultados para los cuales el proyecto fue diseñado, en la figura 31 se muestra en circuito general.

- Activación del ventilador
- Activación del transformador/elevador
- Activación del ozonizador

- Cuando se alimenta al transformador elevador con los 12V-CC, a la salida de este dispositivo obtenemos un voltaje aproximado de 2000V-CC, el mismo que nos sirve para hacer funcionar al ozonizador., como se analizó en páginas anteriores.

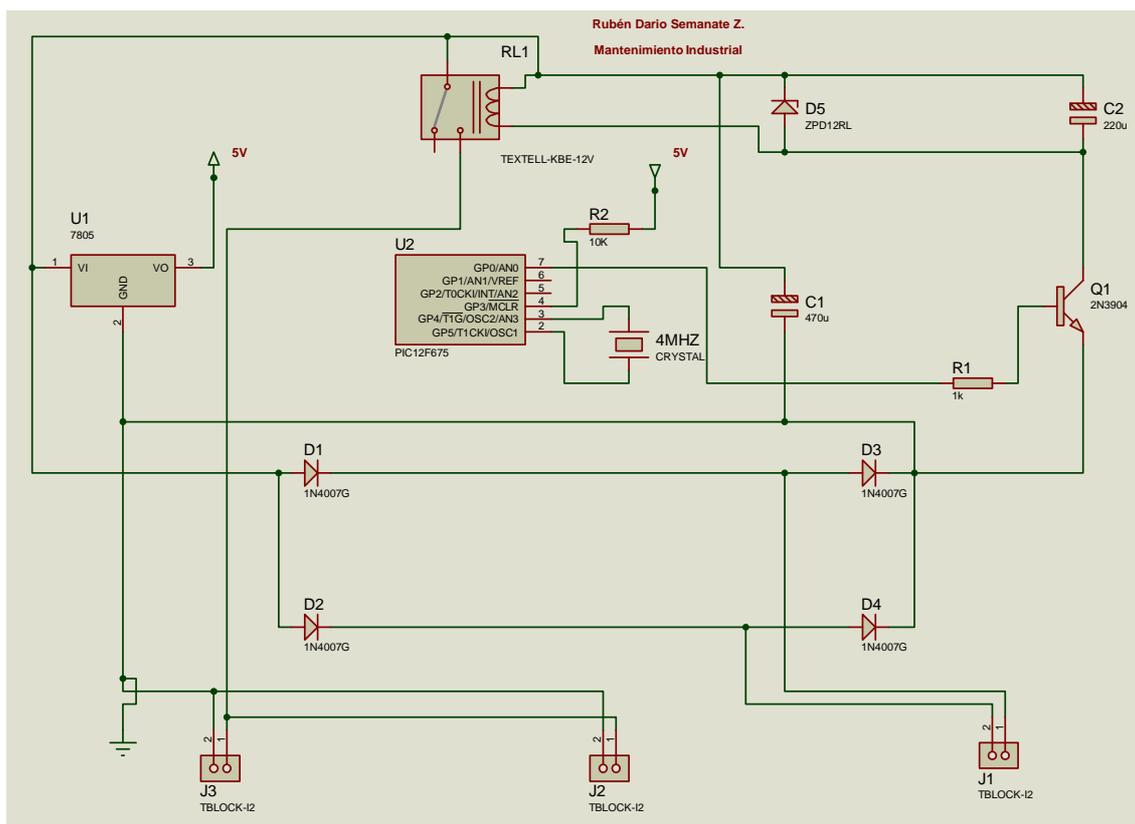


Figura 31: Circuito general del proyecto

2.4 ENSAMBLAJE DEL PURIFICADOR

2.3.1 Materiales y herramientas usados

2.3.1.1 Materiales:

- Baquelita de 10 cm X 9.7 cm
- Marcador indeleble punta fina
- Ácido sulfúrico
- Maskin
- 1 lámina de acetato
- Estaño
- 1 resistencia de 1k 7 ¼
- 1 resistencia de 10k / ¼ w
- 1 condensador electrolítico de 470 micro f 25v
- 220 micro f 25 v
- diodos 1N4007
- 1 diodo zener a 12v
- 1 transistor bipolar 2N3904
- 1 cristal de cuarzo 4 mega H
- 1 rele a 12 v 10
- 1 socalo de 8 pines
- 1 pic 12F675
- 1 regulador de voltaje para 5 v (LM7805)

- Borneras de dos terminales cada una

2.3.1.1 Herramientas

- Multímetro
- Pinza plana
- Cortafrio
- Taladro
- Broca 1/8
- Cautín

2.3.2 Diseño del circuito impreso

Utilizando el programa Proteus, elijo los elementos a utilizar en el circuito y se distribuyen físicamente en un lugar determinado en la placa, luego de esto realicé las conexiones entre los elementos de acuerdo al diagrama esquemático, teniendo en cuenta cada una de las polaridades. Posteriormente imprimimos en una lámina de acetato como se muestra en la figura 32.

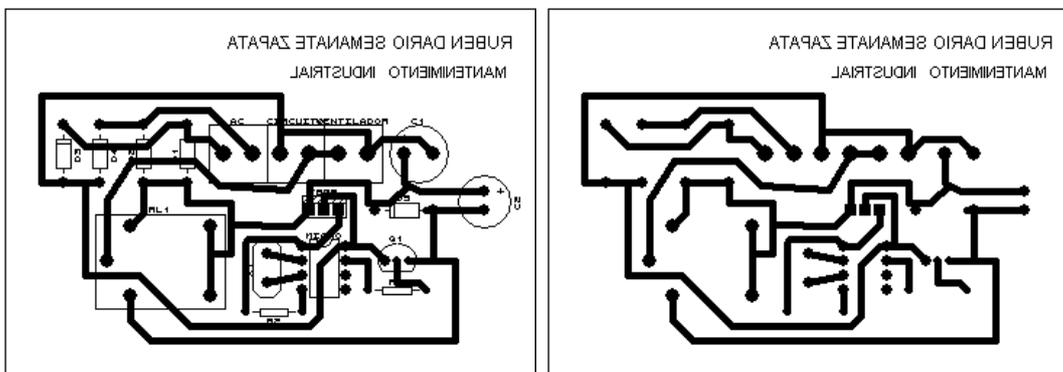


Figura 32: Esquemas del circuito circuital y esquemático.

2.3.2.1 Elaboración del circuito impreso:

- Una vez adquirida la baquelita, ésta la limpiamos con un borrador de tinta y si es necesario la limpiamos utilizando detergente y agua, de tal manera que quede libre de manchas y otras impurezas. Posteriormente la secamos.
- Procedemos a colocar el diagrama impreso en (en acetato) sobre la baquelita y la aseguramos con cinta scosh alrededor de todo su contorno de tal manera que quede fija como se muestra en la figura 33.



Figura 33: Adhesión del acetato impreso a la baquelita

- Con una plancha de uso doméstico bien caliente pasamos en manera de va y ven sobre el acetato, por un determinado tiempo (5 minutos más o menos) hasta que las pistas queden impresas en la baquelita.
- Después de este proceso, esperamos unos 5 minutos hasta que se enfríe el acetato y procedemos a retirarlo de la baquelita, el resultado se observa en la figura 34.

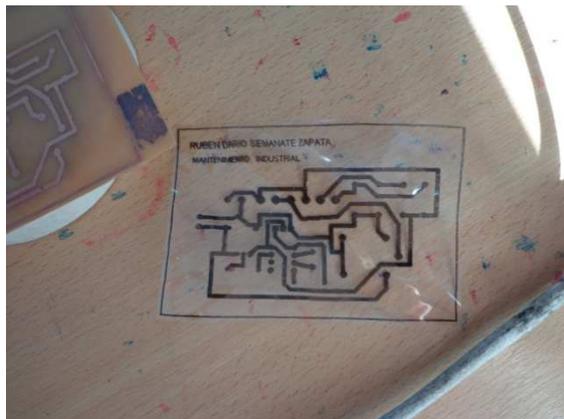


Figura 34: Retirada del acetato impreso de la baquelita.

- Es probable que sobre la baquelita se quede algunas partículas de la cinta scotch o alguna otra impureza, entonces la limpiamos con un borrador o con agua y detergente.



Figura 35: Pistas impresas en la baquelita

- Si existe alguna pista discontinua o que no se haya impreso bien, ésta la recalamos con un marcador permanente de tal manera que estén bien todas las pistas, como se muestra en la figura 36.



Figura 36: Corrección de las pistas

- Seguidamente la introducimos en el recipiente que contiene la mezcla de agua con ácido sulfúrico y mantenemos agitando por unos 20 minutos aproximadamente.



Figura 37: Proceso para quemar la placa

- Luego procedemos a sacar la baquelita del recipiente, tomando las precauciones necesarias de no tocar el líquido, no haga contacto con alguna parte de nuestro cuerpo, como se muestra en la figura 38.



Figura 38: Retiro de la baquelita de la mezcla agua-ácido sulfúrico

- Después es recomendable lavar con agua y secarla.



Figura 39: Circuito impreso en la baquelita

- Posteriormente, pasamos un borrador de tinta con el propósito de eliminar la tinta de toda la baquelita, especialmente de las pistas. Podemos pasar estaño por las pistas, aun que este paso no es obligatorio.



Figura 40: Eliminando tinta e impurezas de la baquelita

- Continuamos con la perforación para colocar los elementos que incluyen en el circuito de acuerdo al diagrama circuital, como se observa en la figura 41.



Figura 41: Perforando la baquelita

- Una vez realizado todas las perforaciones procedemos a colocar los elementos, tomando en cuenta sus polaridades o la respectiva posición de los pines, la ubicación que sugiere el diagrama físico del circuito esquemático como se ilustra en la figura 42 y figura 43.

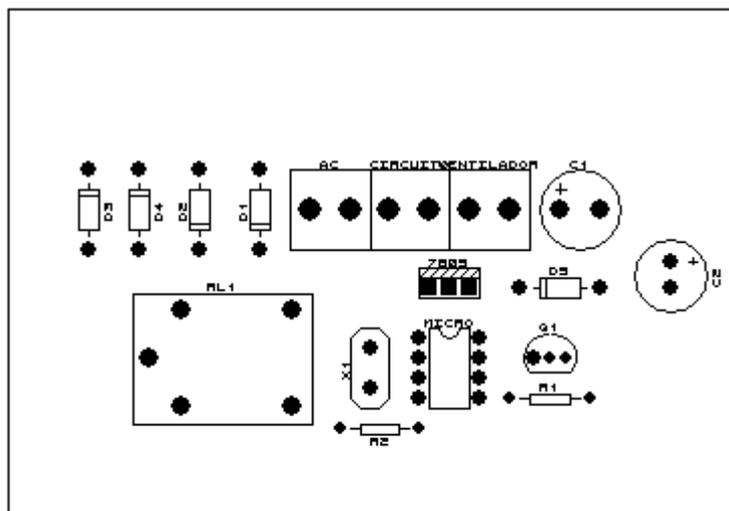


Figura 42: Disposición de los elementos en la baquelita



Figura 43: Colocación de los elementos en la baquelita

- Podemos colocar todos los elementos para después soldar cada uno de ellos, o podemos colocar un elemento e inmediatamente soldarlo, esto depende de la comodidad, como se muestra en la figura 44.



Figura 44: Soldando los dispositivos

- Finalmente obtendremos nuestra baquelita con todos sus elementos.



Figura 45: Baquelita con sus respectivos elementos.

2.3.3 Ensamblaje del equipo

Una vez concluido la elaboración de la placa electrónica, procedo a ensamblar el equipo, siguiendo los pasos a continuación detallados:



Figura 46: Baquelita con sus respectivos elementos.

Usando un enchufe pasando por un fusible de 110V -1A llegamos al interruptor con luz indicadora el cual nos permite energizar.



Figura 47: Baquelita con sus respectivos elementos.

De éste, pasamos al siguiente interruptor que comandará el funcionamiento del transformador de 110V a 12V que alimenta la placa electrónica, que inicia con la orden del PIC.

Este comandará los tiempos de contacto del relé, que energiza el transformador elevador al mismo tiempo el ventilador.

Luego acoplamos el ozonizador que funciona con el alto voltaje que entrega el autotransformador elevador

Seguidamente coloco y aseguro todos los elementos y dispositivos electrónicos en la carcasa usando pernos, tuercas o tornillos según sea el caso.

Finalmente colocamos la tapa en el equipo.

2.5 PRUEBAS Y CALIBRACIÓN.

Las pruebas de funcionamiento se las hizo por cada etapa de acuerdo a las especificaciones de los elementos y componentes usados en este presente proyecto.

Con la ayuda de instrumento de medida, básicamente del multímetro se comprobó el correcto funcionamiento de cada etapa, a si como las mediciones de voltajes previstos en la teoría.

Se hizo tres placas electrónicas y en todas se probó el funcionamiento similar y sus mediciones fueron muy cercanas.

El equipo se probó el funcionamiento en ambiente y temperaturas diferentes con el resultado óptimo por el transcurso de cinco horas en cada lugar.

En la calibración se ajustó el equipo, para asegurar su uso de manera confiable para obtener los mejores resultados y el ozono que se necesita en la purificación del ambiente de oficina.

2.6 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

El estudio técnico es fundamental en este proyecto de carácter social y salud, ya que es en éste donde se estudia la incidencia y tamaño óptimo para la instalación.

Todos los factores que influyen para el mejor desarrollo de este proyecto, entre los cuales se ha considerado, los materiales, elementos electrónicos, herramientas y equipos a usar; existentes en el mercado ecuatoriano.

La construcción de este equipo de Purificación de Aire con Generación de Gas Ozono para purificar ambientes de oficina y brindar aire puro a los usuarios, garantizando el buen desarrollo de las actividades que se desarrollen en las mismas, cumplen con las normas técnicas establecidas por MyM New Ozone.

Este proyecto se realizó considerando de forma fundamental los requerimientos de los usuarios, conforme a los lineamientos establecidos en los capítulos de la teoría. Toda vez que se haga de manera responsable ya que el ozono en grandes cantidades tiene efecto nocivo para la salud puede ser mortal.

Para lo cual se construye este equipo amigable con el usuario, simple de usar y manipular, funciona con energía de la red doméstica convencional; es decir, 110V 60Hz y con un consumo de potencia de 100W.

Está encaminado a todos los sectores sociales ya que su modelo en acrílico no desentona con la decoración existente en las oficinas y por sobre todo es robusto y muy resistente.

Este proyecto es muy viable por su módico costo, con referencia a los de equipos purificadores existentes en el mercado, ya que su costo aproximado de producción por unidad es de \$ 150,00, mientras que otros equipos en el mercado ecuatoriano están por el orden de \$ 300.00.

CAPÍTULO III

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES.

- Se concluye que la investigación cumple con los objetivos planteados en el plan.
- El equipo diseñado y construido cumple con los estándares, las normas y los requerimientos dados por MyM New Ozone.
- Este purificador fue ensamblado para ambientes de oficinas en su interior con cinco personas.
- La carcasa es de material acrílico para garantizar la vida útil del equipo, ya que es resistente y robusto.
- Se concluye que este equipo solo se debe trabajar con una alimentación de 110V AC a 60Hz.
- Se concluye que no se debe usar carcasa de materiales con principios orgánicos, es decir; madera, cartón, etc., ya que el contacto periódico y directo con el ozono lo deterioraría.
- Se concluye que este equipo es muy fácil de usar por cuanto su comando de encendido tiene dos interruptores.

3.2 RECOMENDACIONES.

- De la experiencia obtenida en este proyecto, se debe tener cuidado en la alimentación de la placa electrónica que no sea 12V, porque de lo contrario, el control de tiempo no funciona, genera más cantidad de ozono y se puede quemar los componentes y elementos.
- Se recomienda colocar este equipo en la parte superior de la habitación, ya que el ozono generado cumple con su acción purificante cuando deciente.
- Se recomienda no manipular el equipo internamente por cuanto el autotransformador elevador es de alto voltaje a la salida, pudiendo causar daño a la integridad física.
- Se recomienda una carcasa de acero inoxidable si se quiere tener mayos resistencia para la manipulación.
- Se recomienda apagar el equipo en el tiempo que la oficina no se use.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGULO MARTINEZ IGNACIO. Microcontroladores PIC diseño práctico de aplicaciones". Ed Mac Graw Gil.
- <http://www.microchip.com> Web oficial del fabricante de los PIC en inglés y chino.
- <http://www.msebilbao.com> Microsystems Engineering, kits, libros.
- <http://www.ic-prog.com> Software para programar dispositivos.
- <http://www.jdm.homepage.dk/newpics.htm> Programador JDM
- <http://www.labcenter.co.uk/> Proteus. Simulación de microcontroladores y diseño de circuitos impresos.
- www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-039.pdf
- www.cenidet.edu.mx/subaca/web-mktr/submenus/investigacion/
- www.ozono21.com/
- www.monografias.com/trabajos58/capa-ozono/capa-ozono2.shtml
- www.redeweb.com/_txt/artikel/581202.pdf
- <http://www.fgingeneria.com.ar/es/ozono.html>
- www.depi.itchihuahua.edu.mx/electro/archivo/electro2000/mem2000/articulos/IN3.pdf
- bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1055/6/T10862CAP2.pdf
- <http://www.sefiltra.com/equipos-generadores-de-ozono.php>
- <http://www.revistadiners.com.co/nuevo/internaedicion.php?IDEdicion=27&idn=556&idm=3>
- http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX-0406109-162724//Tdcv1de1.pdf
- http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-elec/tesis_mc/167MC_jfe.pdf
- http://www.jornadastecnicas.com/docpdf/Agua_FranciscoJavierRodriguezVidal_mod.pdf
- <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-039.pdf>

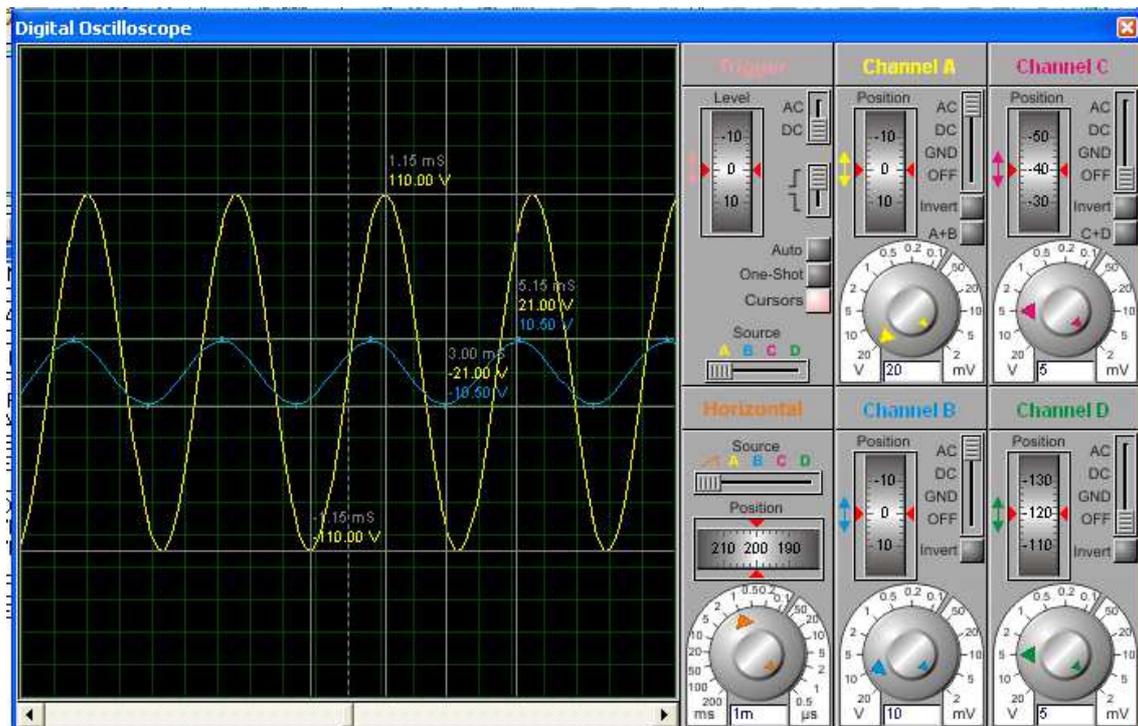
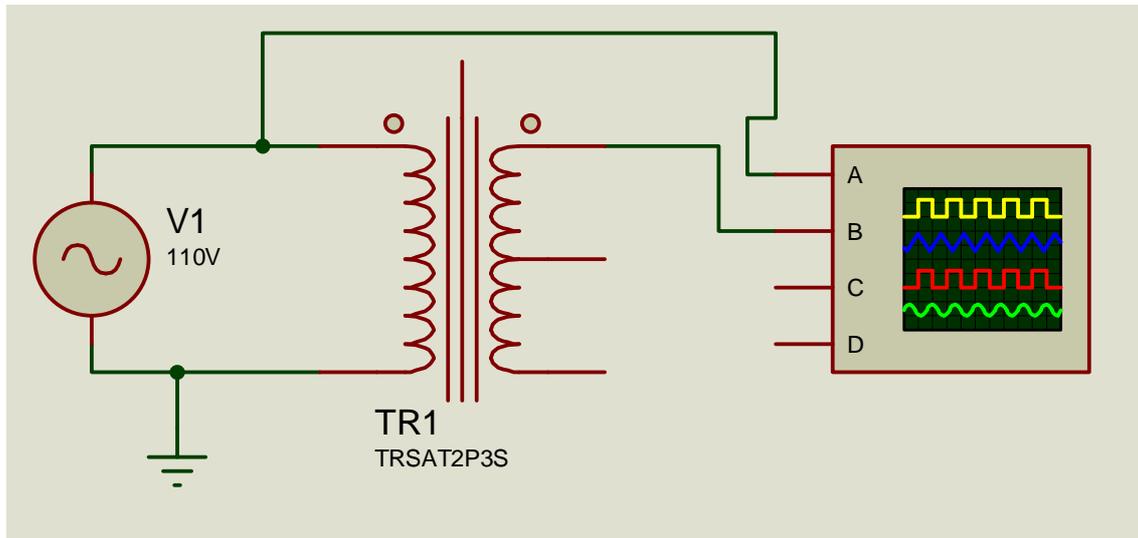
ANEXOS

- CIRCUITO ARMADO EN EL PROTOBOARD
- LECTURA DEL VOLTAJE A LA SALIDA DEL PUENTE DE DIODO
- LECTURA DE VEL VOLTAJE A LA ENTRADA DEL REGULADOR DE VOLTAJE 7805
- LECTURA DEL VOLTAJE DE SALIDA DEL 7805
- TOMA DE VALORES
- ORDEN DE TRABAJO DE MYM NEW OZONE

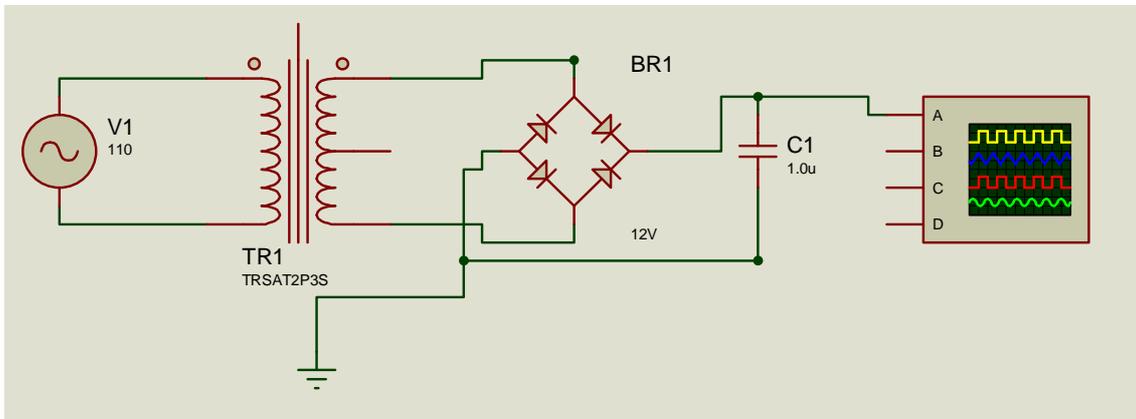
LECTURA DE VOLTAJES EN EL TRANSFORMADOR:

A: entrada o primario

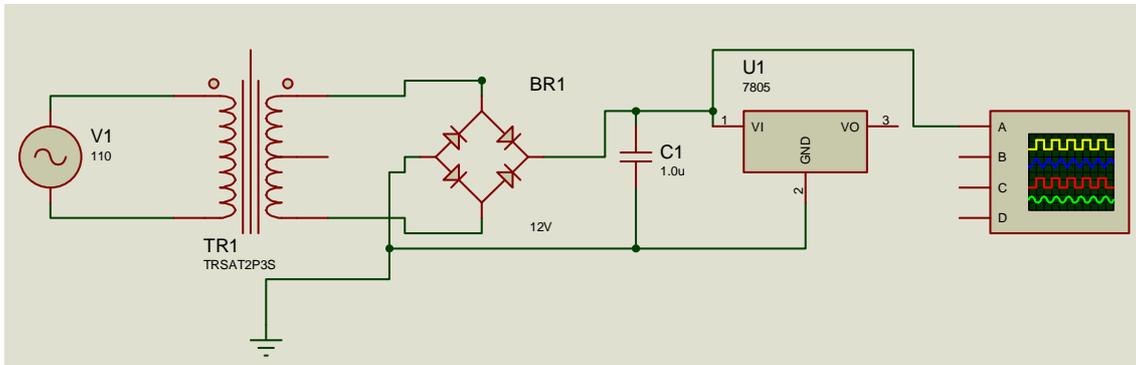
B: salida o secundario



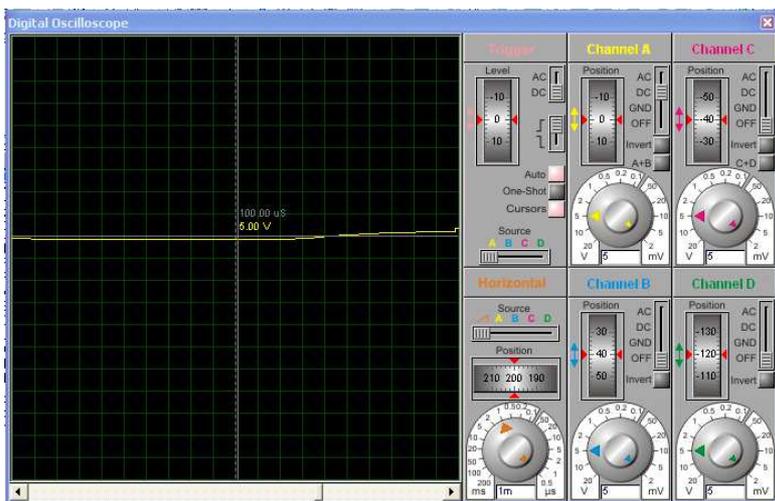
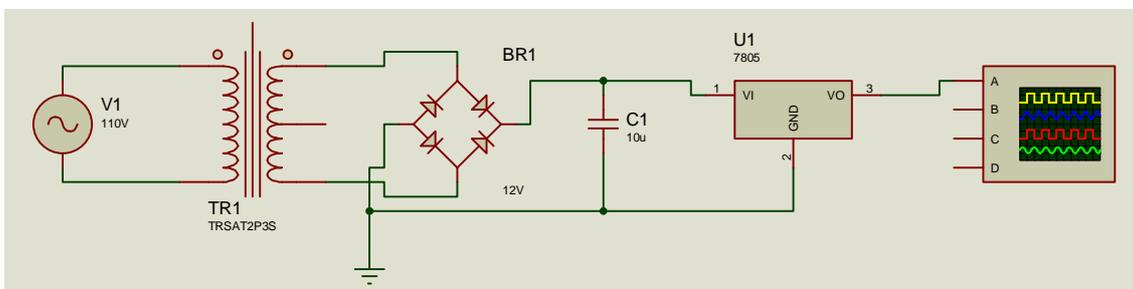
LECTURA DEL VOLTAJE A LA SALIDA DEL PUENTE DE DIODO:



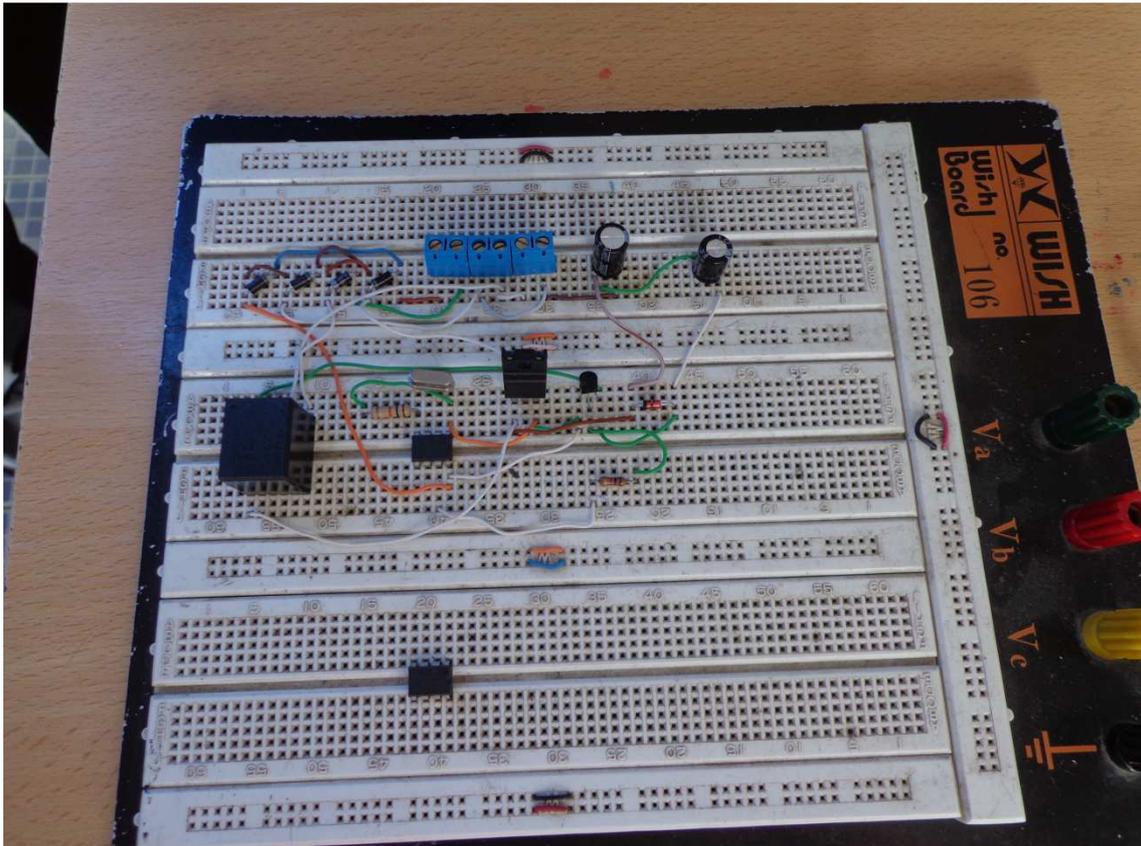
LECTURA DE VEL VOLTAJE A LA ENTRADA DEL REGULADOR DE VOLTAJE 7805



LECTURA DEL VOLTAJE DE SALIDA DEL 7805



CIRCUITO ARMADO EN EL PROTOBOARD

CIRCUITO ARMADO EN EL PROTOBOARD

TOMA DE VALORES