

**Universidad Nacional del Altiplano**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA**



**TESIS**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN UTILIZANDO  
SENSORES FOTOVOLTAICOS PARA LA PREVENCION DE LOS  
EFECTOS DE LA RADIACION SOLAR PARA LOS ESTUDIANTES  
DE LA EPIE”**

**PRESENTADO POR:**

**PATRICK IBRAHIN PAREDES CCAMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO  
ELECTRÓNICO**

Puno - Perú  
2017

*Universidad Nacional del Altiplano*

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEÑALIZACION UTILIZANDO  
SENSORES FOTOVOLTAICOS PARA LA PREVENCION DE LOS  
EFECTOS DE LA RADIACION SOLAR PARA LOS ESTUDIANTES  
DE LA EPIE”

**TESIS PRESENTADA POR:**  
PATRICK IBRAHIN PAREDES CCAMA  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO  
ELECTRÓNICO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE**


:

  
M. Sc. ING. GAVINO JOSE FLORES CHIPANA**PRIMER MIEMBRO**

:

  
ING. FERDINAND EDGARDO PINEDA ANCCO**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
M. Sc. ING. MAXIMO MONTALVO ATCO**DIRECTOR DE TESIS**

:

  
ING. MARCO ANTONIO RAMOS GONZALES**ASESOR DE TESIS**

:

  
M. Sc. ING. IVAN DELGADO HUAYTA

Puno – Perú  
2017

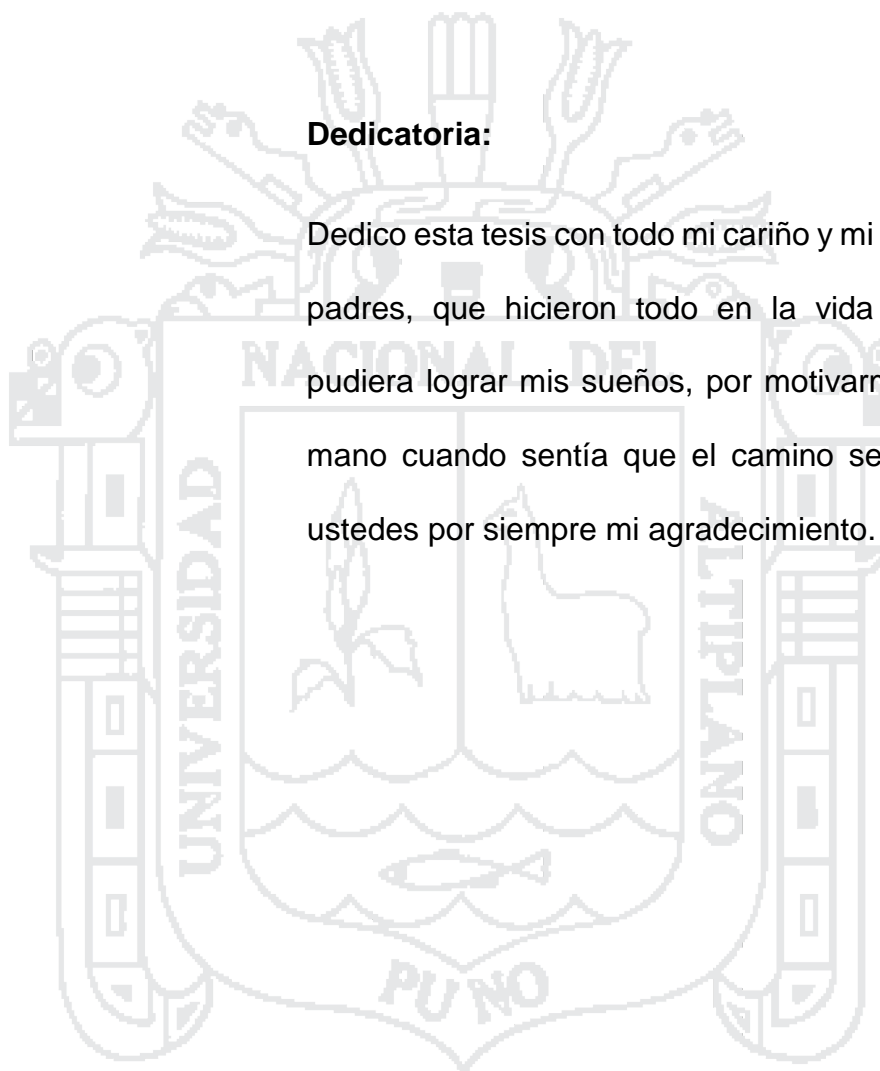
**AREA: TELECOMUNICACIONES**  
**TEMA: SISTEMAS DE INFORMACION**

**Agradecimientos:**

Agradezco a Dios por ser misericordioso conmigo y darme la fuerza y la fe para concluir con mis metas, a mis padres por su constante apoyo a lo largo de mi carrera, a mi esposa por su apoyo incondicional y a mis hermanos porque siempre creyeron en mí y por haberme guiado en la realización de mi proyecto y a mis compañeros y maestros de la escuela profesional de Ingeniería Electrónica a todos y a cada uno de ellos.

**Dedicatoria:**

Dedico esta tesis con todo mi cariño y mi amor para mis padres, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi agradecimiento.



## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	17
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA .....	18
1.1.3. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA .....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	23
2.1.1. RADIACION ULTRAVIOLETA EN LA ANTIGUEDAD.....	23
2.1.2. USO DE LOS SENSORES FOTOVOLTAICOS .....	24
2.1.3. SISTEMA DE SEÑALIZACION DE RADIACION SOLAR.....	25
2.1.4. DESCUBRIMIENTO DE LA RADIACION UV .....	26
2.2. SUSTENTO TEÓRICO .....	27
2.2.1. RADIACION SOLAR .....	27
2.2.1.1. Radiación directa:.....	29
2.2.1.2. Radiación difusa.....	29
2.2.1.3. Radiación reflejada:.....	29
2.2.1.4. Radiación global:.....	30
2.2.2. Radiación solar extraterrestre .....	30
2.2.3. Constante solar .....	30
2.2.4. CICLO SOLAR .....	31
2.2.6. LA RADIACIÓN SOLAR A SU PASO POR LA ATMÓSFERA .....	31
2.2.6.1. La atmósfera .....	31
2.2.7. ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA .....	32

2.2.7.1.	Tropósfera.....	32
2.2.7.2.	Estratósfera.....	32
2.2.7.3.	Mesósfera .....	33
2.2.7.4.	Termósfera.....	33
2.2.7.5.	Exósfera .....	33
2.2.8.	RADIACION ULTRAVIOLETA .....	34
2.2.9.	INDICE UV .....	38
2.2.9.1.	LA RADIACION ULTRAVIOLETA EN EL PERU .....	40
2.2.9.2.	LA RADIACION ULTRAVIOLETA EN LA REGION DE PUNO .....	41
2.2.9.3.	FACTORES NEGATIVOS.....	42
2.2.10.	EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	43
2.2.10.1.	Efectos inmediatos.....	43
2.2.10.2.	Efectos retardados .....	44
2.2.10.5.	Fotosensibilización .....	46
2.2.11.	PROTECCIÓN PARA LA SALUD .....	46
2.2.12.	MEDIDOR DE RADIACION UV.....	48
2.2.13.	SENSOR ULTRAVIOLETA: .....	48
2.2.13.1.	Sensor Ultravioleta (UV) - UVM30A .....	48
2.2.13.2.	Módulo y circuito de sensor UV GUVA-S12SD .....	51
2.2.13.3.	AMPLIFICADOR SGM8521 .....	53
2.3.	GLOSARIO DE TERMINOS.....	67
2.4.	HIPOTESIS .....	71
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	71
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	71
2.5.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	72
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>74</b>
	<b>DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>74</b>
3.1.	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	75
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	75
3.1.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	75
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACION.....	76
3.2.1.	POBLACIÓN.....	76
3.3.	UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA POBLACION .....	76

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN.....	77
3.5. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	77
3.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	77
3.6.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL .....	77
3.6.2. PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS ESPECIFICAS .....	78
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>79</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>79</b>
4.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION.....	80
4.2. PROGRAMACION DEL ARDUINO.....	83
4.2.1. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA ARDUINO.....	84
4.2.2. FUNCIONES PRINCIPALES.....	84
4.2.2.1. FUNCION ENTRE LLAVES .....	86
4.2.2.2. FUNCION DE PUNTO Y COMA.....	87
4.2.2.3. FUNCION BLOQUE DE COMENTARIOS .....	87
4.3. CONECTANDO EL SHIELD.....	88
4.3.1. INICIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA ETHERNET .....	89
4.3.2. CONFIGURACIÓN DE LA RED NETWORK.....	90
4.3.3. CONECTAR CON UNA PÁGINA WEB SABIENDO SU IP .....	91
4.3.4. LA DIRECCION IP .....	92
4.3.5. CONFIGURAR ÁREA LOCAL.....	93
4.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION UV.....	94
4.4.1. FUNCION SERIAL.BEGIN .....	97
4.4.3. INTRODUCIENDO LA FUNCION DE VOID LOOP.....	102
4.4.4. FUNCION SERIAL.PRINT.....	104
4.4.5. COMUNICACIÓN CON LA LIBRERÍA ETHERNET .....	105
4.4.5.1. LIBRERÍA ETHERNET.....	105
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>118</b>

**ÍNDICE DE CUADROS**

Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalización de variables.....	73
Tabla N° 2. Inversiones para la investigación. ....	119
Tabla N° 3. Cronograma de actividades. ....	120
Tabla N° 4. Valores Obtenidos en el lapso de un minuto.....	122





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Radiación Solar.....	28
Figura N° 2. Estructura de la Atmosfera-capas de la atmosfera .....	34
Figura N° 3. Tipos de Radiación Ultravioleta.....	36
Figura N° 4. Niveles del Índice UV .....	39
Figura N° 5. Niveles de radiación ultravioleta en la región de Puno.....	42
Figura N° 6. Monitoreo de la Radiación Solar – Senamhi.....	47
Figura N° 7. Monitoreo de la Radiación Solar a nivel mundial.....	47
Figura N° 8. Sensor de monitoreo Ultravioleta UVM30A.....	49
Figura N° 9. Índice UV - Organización Mundial de la Salud.....	50
Figura N° 10. Tensión de salida según el Índice de UV.....	51
Figura N° 11. Circuito de sensor UV GUVA-S12SD.....	52
Figura N° 12. Circuito de Op-Amp IC SGM8521.....	54
Figura N° 13. Tarjeta Arduino – Ethernet Shield.....	56
Figura N° 14. Arduino UNO.....	60
Figura N° 15. Módulo relés opto acopladores.....	64
Figura N° 16. Esquema de módulo relés.....	65
Figura N° 17. Ubicación de la Universidad Nacional del Altiplano.....	76
Figura N° 18. Montaje de las Tarjetas Arduino con el Sensor de detección UV.....	80
Figura N° 19. Diagrama de bloques para realizar el proyecto.....	81
Figura N° 20. Configuración para programar en arduino UNO.....	82
Figura N° 21. Configuración del puerto para la comunicación.....	83
Figura N° 22. Forma de compilación del arduino.....	84
Figura N° 23. Funciones principales para programar.....	85
Figura N° 24. Conexión arduino Ethernet shield con el arduino UNO.....	89
Figura N° 25. Funcionamiento de la tarjeta Ethernet shield.....	90
Figura N° 26. Disposición dela red con arduino.....	91
Figura N° 27. Consola de Windows ejecutar .....	92
Figura N° 28. Configuración para dirección IP.....	92
Figura N° 29. Direccinamiento de las salidas digitales.....	94
Figura N° 30. Direccinamiento de las salidas del relé.....	95
Figura N° 31. Librería para detectar la lectura del módulo UV.....	96
Figura N° 32. Direccinamiento de la IP.....	96
Figura N° 33. Configurando la velocidad de transferencia de datos.....	98
Figura N° 34. Configuración de las salidas digitales para el sistema del semáforo.....	99
Figura N° 35. Prototipo del circuito para el sistema de señalización.....	100
Figura N° 36. Programación para la detección de acuerdo a los niveles de índice UV.....	101
Figura N° 37. Prototipo del solmaforo.....	102
Figura N° 38. Programación de la función Void loop.....	103
Figura N° 39. Configuración del puerto serial.....	104
Figura N° 40. Programación con la librería Ethernet de Cliente web y servidor web.....	108
Figura N° 41: Sensor UV realizando la detección de Radiación UV.....	109

Figura N° 42: Detección de INDICE UV cuando el sensor está en la sombra. .... 110  
Figura N° 43: Detección de INDICE UV durante todo un día..... 111  
Figura N° 44: Valores de INDICE UV indicados en la WEB. .... 111



## RESUMEN

La Electrónica es el medio imprescindible para el desarrollo y la formación académica de los estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano y más aun de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y así poder realizar estudios y proyectos donde ayuden en nuestro día a día ya sea en la salud y bienestar de los estudiantes y de la población en general. Es esta motivación, la que me lleva a tener en mente el saber acerca de cuan expuestos estamos de la radiación solar en la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UNA, y por esta razón es que la siguiente investigación fue realizar un diseño de señalización que informe a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica acerca de los niveles de exposición de la radiación solar es decidir se destaca la importancia de estos equipos porque permiten medir, de manera instantánea y dar a conocer en forma didáctica, los niveles de tipo ultravioleta que se está registrando, e informar el tiempo máximo que las personas puedan estar expuestas para poder así prevenir la principal causa del cáncer a la piel y poner concientizar a los estudiantes acerca de los riesgos que se tiene la exposición prolongada a la radiación solar. Así los colores fluctúan desde violeta, rojo, anaranjado, amarillo y verde, cuya intensidad en ese orden es: extrema, muy alta, alta, moderada y baja. Para lograr esto, se realizó un estudio de los niveles de radiación solar donde se detectó niveles alarmantes de radiación ultravioleta y se procedió a realizar un sistema de señalización UV.

**Palabras clave:** Radiación Ultravioleta, solmaforo, exposición, prevenir.

## ABSTRACT

The Electronics is the indispensable means for the development and the academic formation of the students of the National University of the Altiplano and even more of the students of the Professional School of Engineering Electronics and thus to be able to realize studies and projects where they help in our day to day or in the health and well-being of students and the general population. It is this motivation, which leads me to have in mind the knowledge about how exposed we are to solar radiation in the Professional School of Electronic Engineering of the UNA, and for this reason is that the next research was to carry out a signaling design that Report to the students of the Professional School of Engineering Electronics about the levels of exposure of solar radiation is to decide to emphasize the importance of these equipment because they allow to measure, in an instantaneous way and to make known in didactic form, the levels of ultraviolet type that is being registered , And inform the maximum time that people can be exposed in order to prevent the main cause of skin cancer and raise awareness of the risks of prolonged exposure to solar radiation. Thus, the colors fluctuate from violet, red, orange, yellow and green, whose intensity in that order is: extreme, very high, high, moderate and low. To achieve this, a study of the levels of solar radiation was carried out where alarming levels of ultraviolet radiation were detected and a UV signaling system was performed.

**Keywords:** UV radiation, solmaphore, exposure, prevent.

## INTRODUCCIÓN

En la presente investigación, se da una explicación acerca de la radiación solar puesto que es un factor natural importante para la vida porque moldea el clima de la tierra e influye de manera significativa en el medio ambiente, sin embargo, una sobre exposición puede ser causante de riesgo para la salud ya que genera envejecimiento prematuro de la piel, aparición de arrugas, aumento de la probabilidad de padecer enfermedades relacionadas con la depresión del sistema inmunológico problemas oculares y cáncer de piel. Y es por ende que se realiza la investigación relacionada acerca de los aspectos generales referentes a la radiación solar y la construcción de un sistema de señalización de radiación UV indicando su funcionamiento de una manera muy detallada abarcando aspectos importantes a tener en cuenta en el diseño del sistema de señalización de radiación ultravioleta. Con la finalidad de guiar y orientar el proceso de investigación, se plantean las siguientes hipótesis:

Se implementa un prototipo que permita la señalización utilizando sensores ópticos para la protección solar como medida preventiva para evitar enfermedades como las quemaduras, cáncer de piel y otros efectos adversos causados por el sol a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

Se analizará el funcionamiento de un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

Se Diseña y se implementa un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

La presente investigación está dividida en capítulos, como sigue:

En el **CAPÍTULO I** se trata las principales partes de un trabajo de investigación como es el problema de estudio, los antecedentes de la investigación, los objetivos de la investigación, la hipótesis, y la metodología que se usara para la realización del presente proyecto.

En el **CAPÍTULO II**, se da énfasis al Marco Teórico, empezando con una descripción detallada acerca del sistema de señalización y su funcionamiento y aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para el diseño de un solmaforo, también se describen los parámetros para un diseño óptimo de banda ancha, los conceptos que engloban a dicho diseño y las herramientas informáticas a usar para la obtención de datos que se deberán tomar en cuenta para el desarrollo del proyecto de investigación.

En el **CAPÍTULO III**, está la metodología de la investigación, partiendo de la descripción de la zona de trabajo, la descripción del estado actual de los niveles de radiación solar que están expuestos los estudiantes de la EPIE dentro del campus de la Universidad Nacional del Altiplano.

En el **CAPÍTULO IV**, se da una descripción del área de investigación, en el contexto del proyecto, tomando en cuenta la ubicación geográfica.

En el **CAPÍTULO V**, se desarrolló el proceso del diseño tomando en cuenta principalmente en la instalación y programación de la tarjeta electrónica Arduino UNO, se verificará la compilación y la descarga de los niveles de radiación detectados en diferentes niveles desde muy baja hasta muy alto tomando en cuenta los valores indicados en el software. Estos valores detectados a su vez estarán indicados en la red de la EPIE para poder monitorear los niveles de radiación, se detalla el funcionamiento del enlace a la red LAN.

Finalmente se analizan los resultados de la implementación del sistema de señalización UV para verificar su eficiencia.



## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**



## 1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

### 1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El sol es imprescindible para la vida y tiene efectos muy beneficiosos sobre el organismo. Es sabido desde siempre que el sol es fuente de vida. Sin él no podrían sobrevivir ni los animales ni las plantas. En relación al metabolismo humano, tiene efectos muy beneficiosos sobre nuestro organismo al estimular la formación de vitamina A y D, que contribuye a la formación y consolidación de los huesos y dientes.

No obstante, si lo tomamos con exceso y abuso puede ser nuestro enemigo más cruel. La exposición a la luz solar natural o artificial, voluntaria o involuntaria, puede llegar a ser muy dañina para la piel humana. Muchas personas olvidan o ignoran que el cuerpo se está enfrentando a una de las fuentes de energía más potentes de la naturaleza.

Tal y como recoge la Organización Mundial de la Salud, las radiaciones solares ejercen un efecto negativo para la salud, principalmente vinculadas a diversos tipos de cáncer de piel, envejecimiento prematuro de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. El riesgo de padecer uno de estos problemas depende los factores relacionados con la tolerancia a la radiación solar antes mencionada.

### 1.1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.

La Universidad Nacional del Altiplano está ubicada en la ciudad de Puno a más de 3810 m.s.n.m. esta cuenta con una vasta extensión en la que se encuentra la ciudad universitaria, la Universidad Nacional del Altiplano está formada por 19 facultades, divididas en 35 escuelas profesionales, tiene una población que rodea a los 20,000 usuarios, entre estudiantes, personal docente y administrativo.

Sin embargo la los niveles de radiación ultravioleta detectados son muy elevados y aun no se cuenta con un sistema de señalización para poder concientizar a los estudiantes sobre estos factores que son perjudiciales para los mismos estudiantes en exposiciones prolongadas.

### 1.1.3. PROBLEMA GENERAL.

Se planteó la siguiente pregunta:

¿Existe un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica?

## 1.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.

El siguiente proyecto está basado para la prevención de diferentes enfermedades y así evitar la excesiva exposición hacia la radiación solar y

principalmente para los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería electrónica.

Puesto que La información científica indica que la exposición excesiva y/o acumulada de radiación ultravioleta de fuentes naturales o artificiales produce efectos dañinos a corto y largo plazo a nivel global, principalmente en ojos y piel, que van desde quemaduras solares, queratitis actínica y tumores malignos de piel y cataratas a nivel ocular y cabe resaltar que durante los últimos años el cáncer de piel ha aumentado significativamente en todo el mundo. Resaltando así la prevención de la radiación utilizando sensores ópticos en el cual se diseñara un sistema de señalización el cual disminuirá las enfermedades causadas por los efectos de las altas radiaciones solares. Indicando así que la exposición a radiación UV solar es el factor causal más importante en la generación de cáncer de piel.

- a) Concientizar a los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Electrónica acerca de la radiación ultravioleta puesto que ha ido subiendo en toda la región de Puno puesto que en este trimestre se registraron valores de radiación solar considerados como muy altos (12-14 puntos) y extremos (14 puntos a más). Frente a la fuerte radiación solar que se registra en esta parte del país.
  
- b) El daño agudo y crónico que provoca la radiación ultravioleta sobre la piel, ojos y el sistema inmunológico de los estudiantes, está directamente

relacionado con la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición y con características de la piel de cada individuo.

- c) Es de preocupación colectiva la variación del clima por los posibles efectos del cambio climático que está afectando casi a todo el mundo.
- d) El aporte de esta investigación nos será útil ya que se informará sobre el índice ultravioleta solar y cómo influye en la conducta de los estudiantes de la EPIE.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

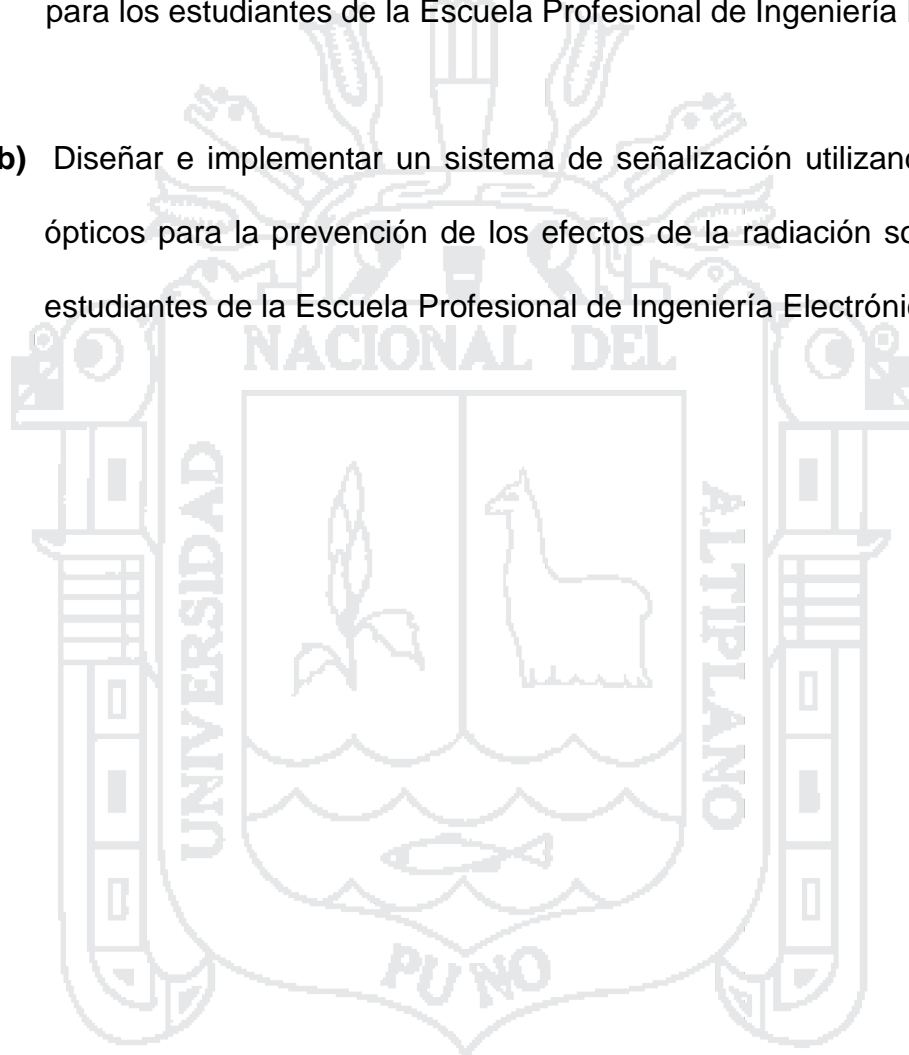
Se plantearon los siguientes objetivos:

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un prototipo que permita la señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Analizar el funcionamiento de un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.
- b) Diseñar e implementar un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.





## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

### 2.1.1. RADIACION ULTRAVIOLETA EN LA ANTIGUEDAD

Desde la Grecia clásica, la luz solar se ha empleado en el tratamiento de afecciones diversas, como artritis, edema, ictericia y diversos trastornos cutáneos. Gran parte de estos efectos beneficiosos son debidos al calentamiento producido por la radiación infrarroja; otros son directamente imputables al efecto fotoquímico de la radiación ultravioleta. Tras el paréntesis que supuso la Edad Media para el empleo de la fototerapia, a finales del siglo XVIII se difundieron los beneficios del aire puro y la luz solar; se recomendaba su uso para el tratamiento de úlceras, tuberculosis, raquitismo, edema y depresión. (Fernández-Fernández, 2011).

La radiación UV fue descubierta por Ritter en 1801. Investigando la descomposición del cloruro de plata por la luz, el físico y fisiólogo alemán tuvo la idea de explorar la franja oscura cercana al violeta y descubrió que el efecto fotoquímico buscado se producía, incluso con más intensidad.

A finales del siglo XIX de tenía la evidencia de que la luz del sol poseía efectos bactericidas. Los trabajos de Ward demostraron que el máximo de la acción bactericida se encuentra en la franja ultravioleta del espectro solar. Hasta entonces sólo podía emplearse la fuente natural de UV que proporciona el sol. Finsen, utilizando un aparatoso dispositivo de producción artificial de UV, basado en arco de carbón, trató numerosas afecciones de tuberculosos cutánea, lo que

le valió la concesión del premio Nóbel de Medicina en 1903 y la consideración de creador de la terapia ultravioleta, a la que incluso se pretendió denominar “finsenterapia”, siguiendo las costumbres de la época. Tras los trabajos del médico danés, se multiplicaron las indicaciones terapéuticas de la radiación UV, al tiempo que se encontraban nuevos sistemas de producción, como la lámpara de mercurio. En 1919, Hulshisky (CASTRO RAFAILE, VARIACIONES ESTACIONALES DE INDICE UV, 2013), demostró las propiedades antirraquíticas de la luz ultravioleta, que hoy día suponen uno de sus principales efectos terapéuticos. Además de utilizarse por sus efectos bactericida y antirraquítico, la radiación UV se emplea actualmente en el tratamiento de algunos procesos cutáneos, como la psoriasis. El propósito del uso terapéutico de la radiación UV en procesos cutáneos suele ser producir una respuesta eritematosa (que se obtiene a las 2-4 horas, con un pico a las 12 horas de la exposición). Otros efectos (con mayor período de latencia) son los cambios en la pigmentación de la piel (bronceado) o la descamación de ésta.

### **2.1.2. USO DE LOS SENSORES FOTOVOLTAICOS.**

El uso de sensores fotovoltaicos, que utilizan como elemento un elemento fotosensible de silicio, se halla muy difundido debido a su bajo costo comparado con sensores de termopila. Los principales inconvenientes que presentan los instrumentos con fotodiodos (células fotovoltaicas) son: su respuesta espectral limitada y no plana, y la considerable dependencia angular con respecto al ángulo de incidencia de la radiación solar. Como consecuencia de ello, los valores de irradiación medidos pueden diferir de los reales en más de un 10%,



dependiendo de la altura del Sol y las condiciones meteorológicas. A fin de evaluar la posibilidad de disponer en la región de piranómetros confiables, de bajo costo y manufacturados localmente, se iniciaron actividades para su estudio, las cuales se centraban en la utilización de fotodiodos comerciales como elemento sensor. Esta no es una idea nueva en nuestro país; en el año 1999 piranómetros de características similares a las aquí planteadas fueron desarrollados en la CNEA, con la diferencia que el elemento sensor era creado a partir de una oblea de silicio y llegado al producto final a través de una serie de procesos de laboratorio. En nuestra región no poseemos la tecnología para desarrollar este tipo de sensores, por lo que se pensó en remplazarlo por elementos que se pueden adquirir en una casa de electrónica. (Bolzi, 2008).

### **2.1.3. SISTEMA DE SEÑALIZACION DE RADIACION SOLAR.**

El sistema de señalización para la prevención de la radiación solar (solmáforo) fue inventado en Chile y contó con el apoyo de la Corporación de Fomento de la Producción para su desarrollo.

Los filtros ultravioleta (UV) y sensores ópticos del sistema de señalización miden el nivel de radiación y entregan la intensidad según una carta de colores establecida por la Organización Mundial de la Salud. Los colores son: verde (bajo), amarillo (medio), naranja (alto), rojo (peligroso) y violeta (extremo).

En Chile la CONAC (Corporación Nacional del Cáncer) en conjunto con el Departamento de Física la Universidad de Santiago de Chile utilizan los

solmáforos para prevenir a la población de los peligros de la radiación ultravioleta. En particular, monitorean la banda UV-B, que es peligrosa para la vida y la salud humana, que puede provocar cáncer a la piel, melanomas, cataratas y afectar el sistema inmunitario, debilitándolo.

Los solmáforos comenzaron a instalarse en Chile en el año 2004, simultáneamente en las ciudades de Antofagasta, Santiago y Coyhaique. A finales de ese año en la playa de Reñaca también quedó operativo uno de estos semáforos solares, y Arica y Concepción ya cuentan con estos equipos. Playas, piscinas y lugares altamente concurridos, como el centro de las ciudades, son los lugares escogidos para instalar los solmáforos.

La principal preocupación de los gestores y las autoridades es que las personas conozcan la utilidad de estos aparatos y adopten las medidas de prevención necesaria, ya que Chile es uno de los países más afectados por el agujero en la capa de ozono del Hemisferio sur. (HaRtman, 2014).

#### **2.1.4. DESCUBRIMIENTO DE LA RADIACION UV**

El descubrimiento de la radiación ultravioleta está asociado a la experimentación del oscurecimiento de las sales de plata al ser expuestas a la luz solar. En 1801 el físico alemán Johann Wilhelm Ritter descubrió que los rayos invisibles situados justo detrás del extremo violeta del espectro visible eran especialmente efectivos oscureciendo el papel impregnado con cloruro de plata.

Denominó a estos rayos "rayos desoxidantes" para enfatizar su reactividad química y para distinguirlos de los "rayos calóricos" que se encontraban al otro lado del espectro visible. Poco después se adoptó el término "rayos químicos". Estos dos términos, "rayos calóricos" y "rayos químicos" permanecieron siendo bastante populares a lo largo del siglo XIX. Finalmente, estos términos fueron dando paso a los más modernos de radiación infrarroja y ultravioleta respectivamente. (Pasteur, 1997).

## **2.2. SUSTENTO TEÓRICO**

### **2.2.1. RADIACION SOLAR**

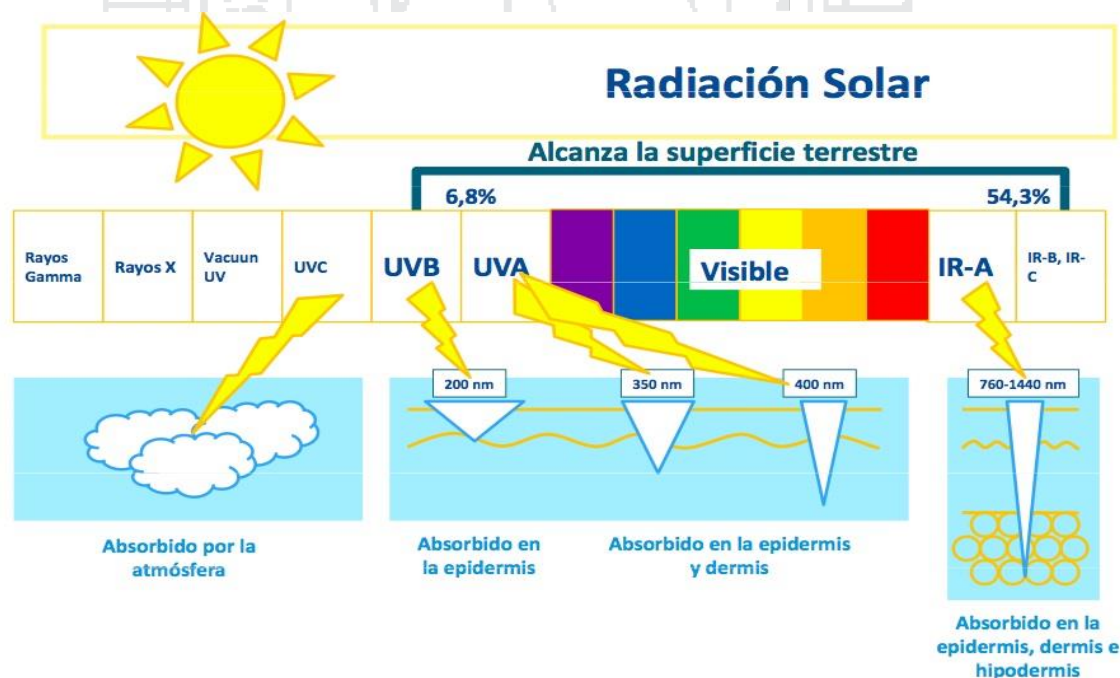
Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre  $0.4\mu\text{m}$  y  $0.7\mu\text{m}$ , pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmósfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al sol sin protección. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

La cantidad de radiación solar que llega a nuestro planeta depende de factores como la distancia entre la tierra y el sol, la dirección o el ángulo en que

estas radiaciones entran a la atmosfera y los movimientos que normalmente tiene la tierra de rotación y traslación. (Maza, 2008).

La parte del espectro que va de 0,40  $\mu\text{m}$  a 0,78  $\mu\text{m}$ , forma el espectro visible que se denomina comúnmente luz. El resto del espectro, que no es visible, lo forman las radiaciones con longitudes de onda inferiores a 0,4  $\mu\text{m}$ , denominadas radiaciones.

La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la potencia que por unidad de superficie alcanza a la Tierra. Su unidad es el  $\text{W}/\text{m}^2$ .



**Figura N° 1. Radiación Solar.**

Fuente: (Felicísimo, 1999)

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

#### **2.2.1.1. Radiación directa.**

Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

#### **2.2.1.2. Radiación difusa.**

Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

#### **2.2.1.3. Radiación reflejada:**

La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

#### **2.2.1.4. Radiación global:**

Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones. En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

Los distintos tipos de colectores solares aprovechan de forma distinta la radiación solar. Los colectores solares planos, por ejemplo, captan la radiación total (directa + difusa), sin embargo, los colectores de concentración sólo captan la radiación directa. Por esta razón, los colectores de concentración suelen situarse en zonas de muy poca nubosidad y con pocas brumas, en el interior, alejadas de las costas.

#### **2.2.2. Radiación solar extraterrestre.**

“La radiación solar extraterrestre es la radiación solar diaria que se recibe sobre una superficie horizontal situada en el límite superior de la atmósfera. Los resultados promedios de su medición por satélites arrojan un valor de 1353 W/m<sup>2</sup>” (Almorox, 2010).

#### **2.2.3. Constante solar.**

Es el promedio de la radiación solar extraterrestre por unidad de superficie perpendicular a los rayos solares y a una distancia del sol media. En realidad, la constante solar no es propiamente una constante, ya que el sol tiene un ciclo en donde se dan variaciones en cuanto a la radiación emitida.

### **2.2.4. CICLO SOLAR.**

Es un lapso de 11 años durante el cual varía la cantidad de manchas, ráfagas y protuberancias solares, es decir todas aquellas variaciones que acontecen en el sol, lo cual ocasiona fluctuaciones en la cantidad de energía emitida y se pueden dar a dos niveles: variaciones en la luminosidad y en el viento solar o campo magnético. Ambas están interrelacionadas y tienen efectos visibles como las manchas solares.

De las manchas solares del hemisferio norte, la mancha que guía a su compañera en la dirección de rotación tiene un campo magnético en sentido opuesto al de la mancha solar dominante del hemisferio sur. Cuando comienza un nuevo ciclo de 11 años, se invierte el sentido del campo magnético de las manchas solares dominantes de cada hemisferio, lo que genera un incremento en la cantidad de radiación emitida debido a la reestructuración de su dinámica interna. (Lema Puruncaja, 2015).

### **2.2.5. LA RADIACIÓN SOLAR A SU PASO POR LA ATMÓSFERA**

#### **2.2.5.1. La atmósfera**

Es una capa gaseosa que envuelve a la tierra, se encuentra constituida por una mezcla de gases que varían en cantidad según la presión a diversas alturas; los principales elementos que componen la atmósfera son: el nitrógeno en 78%, oxígeno 21%, y gases inertes, hidrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua.

La atmósfera produce numerosos efectos sobre la radiación solar extraterrestre antes de que esta logre alcanzar algún punto de la superficie terrestre, la radiación se ve sometida a un proceso de atenuación que depende de la altura y posición del sol, de las variaciones de la composición de la atmósfera y de la distancia recorrida.

### **2.2.6. ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA**

La atmósfera se encuentra conformada por varias capas concéntricas desde la superficie hacia el espacio exterior:

#### **2.2.6.1. Tropósfera**

Es la capa de aire que se encuentra en contacto con la superficie terrestre, en esta capa se produce una variación vertical de la temperatura, debido a la moderación de las oscilaciones de temperatura a causa del día y la noche, y la formación de los fenómenos meteorológicos.

#### **2.2.6.2. Estratósfera**

En esta capa la humedad relativa es escasa y raramente se producen nubes, aunque algunas veces se encuentran unas ligeras nubes denominadas irisadas.



### 2.2.6.3. Mesósfera

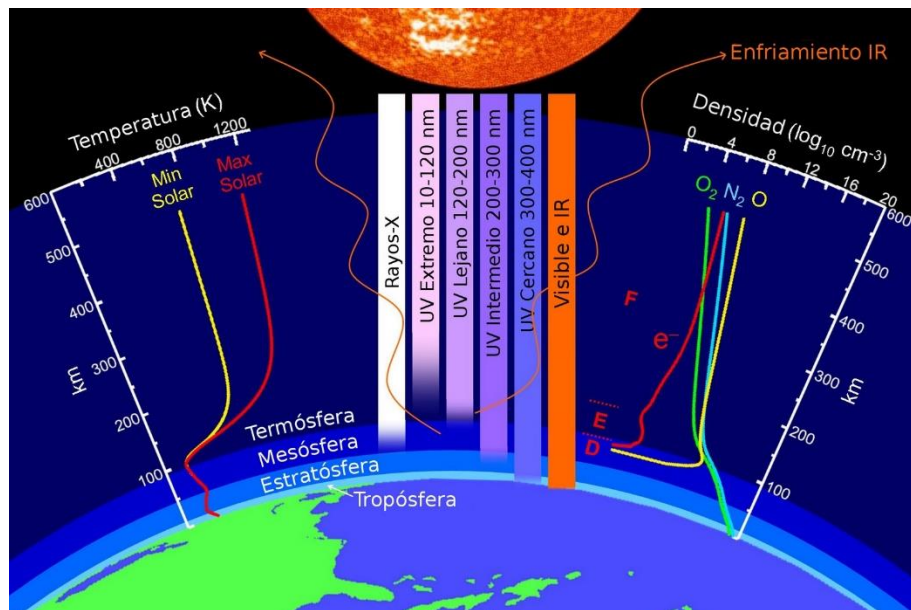
Es una zona de transición, la presión se reduce a la milésima parte con respecto a la del nivel del mar cuando llega a los 50 km de altitud, además la temperatura desciende a  $-100^{\circ}\text{C}$  en la mesopausa.

### 2.2.6.4. Termósfera

También denominada ionósfera, en esta capa se acumulan partículas cargadas de electricidad, se desarrollan las nubes noctilucientes, se localizan las auroras polares y la temperatura crece gradualmente hasta los  $1500^{\circ}\text{C}$  a 300 km de altitud.

### 2.2.6.5. Exósfera

La exósfera se considera como el límite superior de la atmósfera, y apenas existen moléculas de materia y esto permite que puedan efectuar largos recorridos, a veces de más de 100 km, sin chocar unas con otras (Martínez, 2006).



**Figura N° 2. Estructura de la Atmósfera-capas de la atmósfera**

Fuente: (ZUNIGA ANDRADE, 1998)

### 2.2.7. RADIACION ULTRAVIOLETA

Se denomina radiación ultravioleta a la energía electromagnética emitida a longitudes de onda menores que la correspondiente a la visible por el ojo humano, pero mayor que la que caracteriza a los rayos X, esto es, entre 100 y 360 nm. La radiación de longitud de onda entre 100 y 200 nm se conoce como ultravioleta lejano o de vacío. Comúnmente proviene del sol o de lámparas de descarga gaseosa. La radiación ultravioleta es tan energética, que su absorción por parte de átomos y moléculas produce rupturas de uniones y formación de iones (reacciones fotoquímicas), además de excitación electrónica. La exposición prolongada de la piel humana a los rayos ultravioletas predispone al desarrollo de cáncer de piel.

El oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera absorben virtualmente la totalidad de la radiación ultravioleta lejana proveniente del sol, transformando su enorme energía en reacciones fotoquímicas e impidiendo, en consecuencia, que llegue a la superficie terrestre, donde destruiría las moléculas complejas, y por lo tanto imposibilitaría la existencia de vida.

El oxígeno y el ozono de la estratosfera actúan como filtro protector contra la radiación ultravioleta, no mucho menos dañina, de 200 a 300 nm de longitud de onda.

La exposición a la radiación ultravioleta (UV) es el factor de riesgo principal para la mayoría de los cánceres de piel. La luz solar es la fuente principal de la radiación ultravioleta. Las lámparas y camas bronceadoras también son fuentes de radiación ultravioleta. Las personas que se exponen mucho a los rayos UV procedentes de estas fuentes tienen un mayor riesgo de cáncer de piel.

Aun cuando los rayos UVA y UVB constituyen sólo una pequeña porción de los rayos solares, estos son la causa principal de los efectos dañinos del sol en la piel. Los rayos UV dañan el ADN de las células de la piel. Los cánceres de piel comienzan cuando este daño afecta el ADN de los genes que controlan el crecimiento de las células de la piel. (González-Púmariega, 2009).

### **Hay tres tipos principales de rayos UV:**

Los rayos UVA envejecen a las células de la piel y pueden dañar el ADN de estas células. Estos rayos están asociados al daño de la piel a largo plazo tal

como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer. La mayoría de las camas bronceadoras emiten grandes cantidades de UVA que según se ha descubierto aumentan el riesgo de cáncer de piel.

Los rayos UVB tienen un poco más de energía que los rayos UVA. Estos rayos pueden dañar directamente al ADN de las células de la piel, y son los rayos principales que causan quemaduras de sol. Asimismo, se cree que causan la mayoría de los cánceres de piel.

Los rayos UVC tienen más energía que otros tipos de rayos UV, pero no penetran nuestra atmósfera y no están en la luz solar. No son normalmente una causa de cáncer de piel.

TIPOS DE RAYOS	LONGITUD DE ONDA	EFFECTOS SOBRE LA PIEL
UVA	400-315 nm	Pigmentación inmediata
UVB	315-280 nm	Pigmentación retardada
UVC	$\leq 280$ nm	Retenidos por la capa de ozono

**Figura N° 3. Tipos de Radiación Ultravioleta.**

*Elaborado: Por el autor.*

Tanto los rayos UVA como los UVB pueden dañar la piel y causan cáncer de piel. Los rayos UVB son causantes más potentes de al menos ciertos cánceres de piel, pero hasta donde se sabe, ningún rayo UV es seguro.

La potencia de los rayos UV que llega al suelo depende de un número de factores, tales como:

- **Hora del día:** los rayos UV son más potentes entre 10 a.m. y 4 p.m.
- **Temporada del año:** los rayos UV son más potentes durante los meses de la primavera y el verano. Este es un factor menos importante cerca del ecuador.
- **Distancia desde el ecuador (latitud):** la exposición a UV disminuye a medida que se aleja de la línea ecuatorial.
- **Altitud:** más rayos UV llegan al suelo en elevaciones más altas.
- **Formación nubosa:** el efecto de las nubes puede variar, ya que a veces la formación nubosa bloquea a algunos rayos UV del sol y reduce la exposición a rayos UV, mientras que algunos tipos de nubes pueden reflejar los rayos UV y pueden aumentar la exposición a los rayos UV. Lo que es importante saber es que los rayos UV pueden atravesar las nubes, incluso en un día nublado.
- **Reflejo de las superficies:** los rayos UV pueden rebotar en superficies como el agua, la arena, la nieve, el pavimento, o la hierba, lo que lleva a un aumento en la exposición a los rayos UV.

El grado de exposición a la luz ultravioleta que una persona recibe depende de la intensidad de los rayos, del tiempo que la piel ha estado expuesta y de si ésta ha estado protegida con ropa o bloqueador solar.

### **2.2.8. INDICE UV**

El Índice Ultravioleta (Índice UV) es una medida que indica la intensidad de la radiación solar registrada o prevista en un lugar concreto a la hora del mediodía.

El objetivo del Índice UV es servir de guía para saber cuáles deben ser las precauciones y medidas de protección que se deben tomar antes de exponerse al sol o si es mejor quedarse en casa. El color o tipo piel de cada persona es determinante para establecer las medidas de protección adecuadas individualmente.

El Índice UV se expresa en una escala numérica lineal abierta cuyo valor más bajo es 0, que indica (hasta el nivel 2) que la radiación solar no supone ningún riesgo para una persona de salud normal y color de piel medio. No hay un valor máximo establecido, aunque más allá de 11 es una situación de riesgo extremo en el que se desaconseja exponerse al sol sin la máxima protección, especialmente entre las 10 y las 16 horas.

Ya que el índice y su representación variaban dependiendo del lugar, la Organización Mundial de la Salud junto con la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y

la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no ionizante publican un sistema estándar de medición del índice UV y una forma de presentarlo al público incluyendo un código de colores asociado.

El índice tiene un valor mínimo teórico de 0 y no tiene un valor máximo. Este índice estándar permite emitir predicciones de UVI comparables en todo el mundo. Los colores utilizados son:

- El verde para UVI bajo (entre 0 y 2).
- El amarillo para UVI moderado (entre 3 y 5).
- El naranja con un riesgo alto (entre 6 y 7).
- El rojo para UVI muy alto (entre 8 y 10).
- El morado para UVI extremo (superior a 11).



**Figura N° 4. Niveles del Índice UV**

*Fuente: (Rivas, 2008)*

Los factores que influyen en el índice UV son:

- Latitud: Donde el sol se encuentra sobre la vertical es máximo y esto se da entre los trópicos.
- Altitud: +6-10% más cada 330 m ascendidos.
- Nubosidad.
- Cantidad de ozono en las capas altas de la atmósfera.

El índice de reflexión del suelo: en general no afecta mucho, pero la arena, la hierba y sobre todo la nieve, reflejan muchos rayos UV. El índice UV puede ser 2 y 3 veces mayor en una zona nevada.

Por descontado, los rayos que atraviesan la capa de ozono son solamente los UVA y los UVB ya que los UVC no tienen la capacidad de atravesar dicha capa que es la que realmente nos protege de los dañinos UVC.

#### **2.2.8.1. LA RADIACION ULTRAVIOLETA EN EL PERU**

Entre los altos índices de radiación ultravioleta que afectan al mundo por el cambio climático, Perú ocupa el primer lugar, una amenaza a la salud que este verano alcanzará índices históricos de hasta 20 puntos, un nivel considerado "extremo".



Hace tan solo unos pocos años, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) establecía para nuestro país valores máximos de radiación de 14 y 15 puntos. (Sordo, 2013).

#### **2.2.8.2. LA RADIACION ULTRAVIOLETA EN LA REGION DE PUNO**

El clima en la región de Puno es variable, pues en ocasiones se presenta una fuerte radiación solar, que en horas de la tarde se ve matizada con lluvias de ligera a moderada intensidad. En horas de la madrugada se presenta un descenso de temperatura, lo que genera malestar en la población de esta parte del país.

Los especialistas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), indica que la región Puno en los últimos trimestres registra niveles de 14 y 15 de radiación ultravioleta, nivel considerado extremo.

Ante estos reporte se recomienda a la población Puno y a los estudiantes de escuela profesional de Ingeniería Electrónica no exponerse a los rayos del solares entre las 10:00 y 16:00 horas y adoptar diversas medidas de protección como el uso de bloqueadores solares y lentes de con filtros UV.

Miércoles 30 de Noviembre 2016 (Indices calculados para el medio día)									
Lima	Piura	Tacna	Cajamarca	Arequipa	Cusco	Ica	Puno	Moquegua	Junín (Prov. Yauli)
INDICE UV <b>11</b>	INDICE UV <b>13</b>	INDICE UV <b>12</b>	INDICE UV <b>12</b>	INDICE UV <b>13</b>	INDICE UV <b>13</b>	INDICE UV <b>12</b>	INDICE UV <b>14</b>	INDICE UV <b>13</b>	INDICE UV <b>14</b>
<b>Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Muy Alto</b>
Tiempo de exposición máxima directa al sol sin protector solar									
15-20 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.	10-15 min.
25-30 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.	15-20 min.
35-40 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.	20-30 min.

Indice UV-B	Nivel de Riesgo	Acciones de Protección
1 - 2	Mínimo	Ninguna
3 - 5	Bajo	Aplicar factor de protección solar
6 - 8	Moderado	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero
9 - 11	Alto	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B
12 - 14	Muy Alto	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B
> 14	Extremo	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B. Exposiciones al sol por un tiempo limitado

**Figura N° 5. Niveles de radiación ultravioleta en la región de Puno**

Fuente: (Villafane, Titicaca Puno, 2013)

### 2.2.8.3. FACTORES NEGATIVOS

El primer lugar mundial que ocupa Perú responde, entre otros factores, a la cercanía del Perú a la zona ecuatorial, donde la radiación ultravioleta (UV) cae en forma perpendicular sobre el territorio.

El estudio, publicado en 2006, sitúa además a Bolivia como el segundo lugar con mayor radiación solar del mundo, seguido de Argentina y Chile.

En el caso de Perú, la intensa radiación se incrementa también debido a la contaminación ambiental que ocasiona que cada año el país pierda un promedio de un 1% de la capa de ozono, gas que está en la atmósfera y que amortigua el paso directo de los rayos UV. (Romaní, 2005).

## 2.2.9. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN SOLAR

La exposición solar favorece la producción de vitamina D, aumenta la absorción de calcio y previene el raquitismo, pero los baños de sol sin control y en exceso son sumamente perjudiciales. Los diferentes tipos de radiación que recibe la piel tienen efectos muy diversos que pueden presentarse inmediatamente después de la exposición solar o incluso años más tarde. Los trastornos de la epidermis van desde pequeños cambios en la pigmentación hasta tumoraciones graves que pueden extenderse al resto del organismo.

### 2.2.9.1. Efectos inmediatos

- **Acción calórica:** La radiación IR (infrarrojos) penetra hasta la hipodermis, transformando su energía en calor. Produce una vasodilatación dérmica que se manifiesta como enrojecimiento y una mayor temperatura cutánea con sensación de calor que puede alcanzar los 41 o 42 grados a pleno sol. La piel, mediante un mecanismo termorregulador reflejo, provoca la sudoración como método de defensa. Cuando estos mecanismos termorreguladores se saturan, se producen los fenómenos de insolación y, posteriormente, el golpe de calor.

- **Pigmentación inmediata:** El bronceado inmediato comienza con la débil energía de la radiación UVA y la luz visible, que oxidan la melanina incolora del interior de los melanosomas, que contienen el pigmento melánico.

#### 2.2.9.2. Efectos retardados

- **Eritema solar:** Consisten en la quemadura o enrojecimiento de la piel, que va acompañado de hinchazón o ampollas si la quemadura es muy importante. Se produce sobre todo por la radiación UVB, entre dos y seis horas después de la exposición, e incluso puede aparecer hasta 24 horas después.
- **Engrosamiento del estrato córneo:** Es un proceso denominado hiperqueratosis, que se produce por una mayor actividad mitótica de las células epidérmicas ante la acción de la radiación.
- **Pigmentación retardada:** Se trata del bronceado duradero, cuyo responsable es la radiación UVB. Se inicia alrededor de dos días después del comienzo de la exposición, tiempo necesario para la síntesis de melanina.

#### 2.2.9.3. Efectos a largo plazo

Se distinguen dos tipos de envejecimiento cutáneo, intrínseco y extrínseco, del que podemos destacar el cáncer actínico o foto envejecimiento.

- **Foto envejecimiento:** Mientras que el envejecimiento cronológico se caracteriza por una piel suave y lisa con arrugas finas, con el foto envejecimiento aparecen también arrugas más gruesas, piel áspera, seca y apergaminada, sin elasticidad, con alteraciones de pigmentación (manchas), pequeños capilares rotos y, en los casos más graves, tumores cutáneos precancerosos. El sol va creando pequeñas cicatrices en la dermis que rompen el colágeno y otras fibras elásticas formando grandes surcos en la piel. Es la temida elastosis solar, particularmente visible en la cara y cuello de las personas que pasan muchas horas al aire libre.

Más del 75 por ciento de las arrugas y falta de elasticidad de la piel son debidas al sol, y sólo un 20 por ciento al envejecimiento cronológico (a la edad).

#### 2.2.9.4. Alteraciones de la pigmentación de la piel

Las discromías son afecciones cutáneas caracterizadas por una modificación del color normal de la piel debido a un trastorno de la pigmentación. El bronceado es un mecanismo de defensa de la piel. Cuando se activa este sistema de protección por mucho tiempo y mucha intensidad deja de funcionar de manera regular, por lo que el bronceado no es uniforme y aparecen zonas con pigmentación permanente que no se van cuando se deja de tomar el sol o manchas blancas.

#### **2.2.9.5. Fotosensibilización**

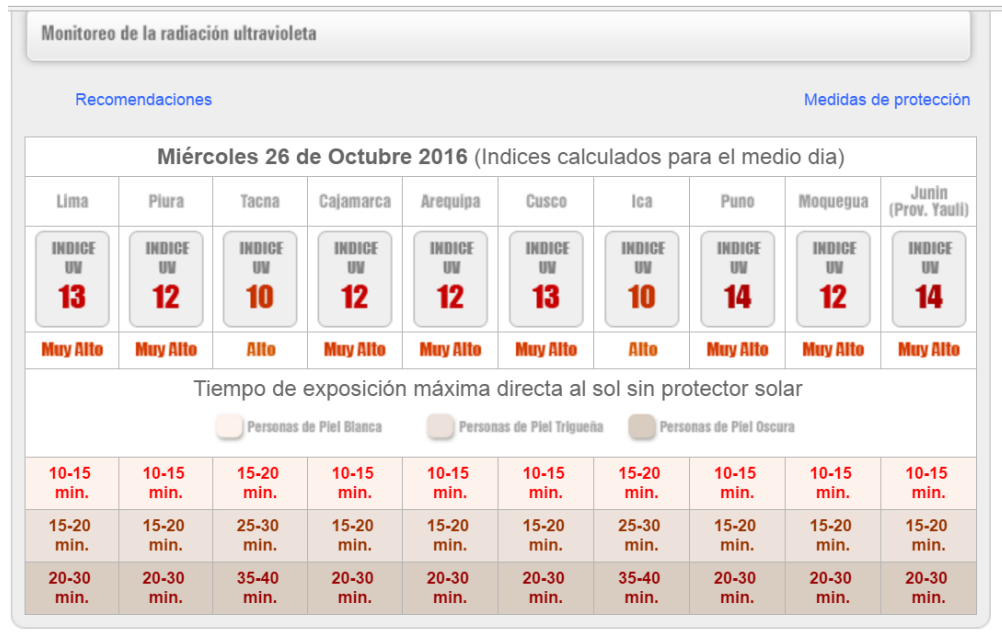
Es la reacción adversa que se presenta en la piel como respuesta a la interacción de la radiación solar (UVA) con sustancias fotosensibilizantes. Existen sustancias químicas, como fármacos o cosméticos, que pueden causar reacciones alérgicas. Como consecuencia surgen erupciones cutáneas, enrojecimientos o incluso ampollas. Esta afección se puede tratar identificando el agente o el producto que la causa.

#### **2.2.10. PROTECCIÓN PARA LA SALUD**

Ante los daños ocasionados por la sobreexposición al sol, que van desde quemaduras al envejecimiento prematuro y hasta el cáncer de piel, el Ministerio de Salud (Minsa) alertó sobre la importancia de tomar medidas de protección.

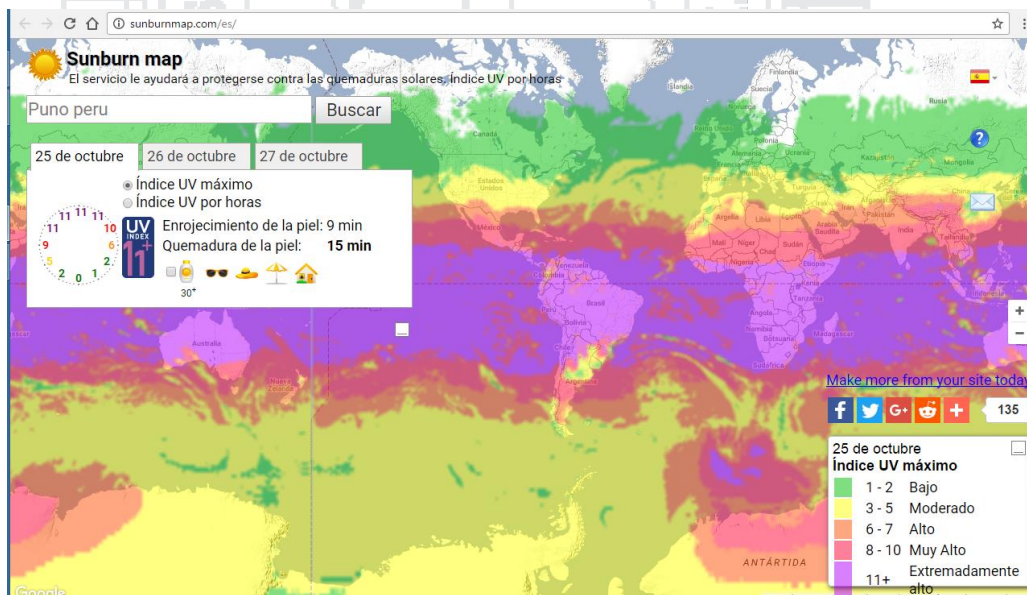
Se debe utilizar gorros, sombrillas, lentes de sol y bloqueadores solares recomendados por dermatólogos además de evitar exponerse al sol entre las 10 a.m. y 4 p.m.

Entre las zonas más afectadas figuran en la lista la región central de Junín, y las sureñas de Cuzco, Arequipa, Puno, Moquegua.



**Figura N° 6. Monitoreo de la Radiación Solar – Senamhi.**

Fuente: (Villafane, 2013)



**Figura N° 7. Monitoreo de la Radiación Solar a nivel mundial.**

Fuente: Sánchez, F. (2006).

### **2.2.11. MEDIDOR DE RADIACION UV**

Para medir con precisión la radiación ultravioleta no solo la que llega del sol, también la que producen ciertos equipos, como las lámparas o LED con este tipo de luz, se utilizan espectro radiómetros. Calibrados con los anteriores dispositivos, se pueden usar otros más sencillos y económicos como fotodiodos, que suelen ser de tipo Schottky. Consiste en medir la luz de cierta longitud de onda (del entorno de los UVA, normalmente) y presumir que corresponde, más o menos proporcionalmente, con la irradiancia ultravioleta; puede parecer poco preciso, pero es razonablemente funcional como para estimar el UV.

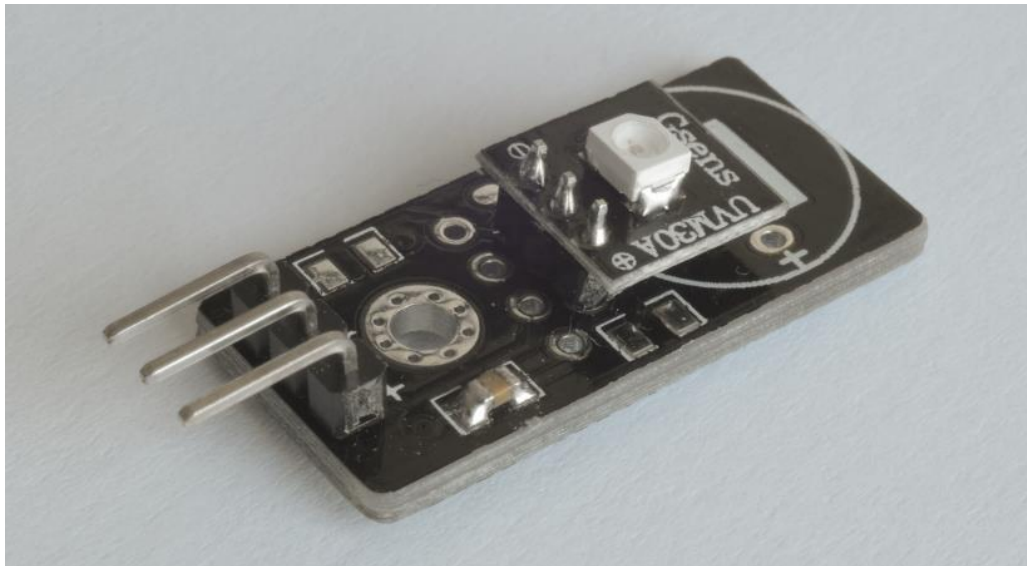
Existen componentes que incorporan sólo la función de medida de la radiación ultravioleta o, más exactamente la del índice UV, como el GUVA-S12SD, que incorporan amplificación, como el ML8511, ambos analógicos, o digitales, como el VEML6070, que comunican el resultado de la medición.

### **2.2.12. SENSOR ULTRAVIOLETA:**

#### **2.2.12.1. Sensor Ultravioleta (UV) - UVM30A**

Este sensor UV, se utiliza para detectar el índice de intensidad ultravioleta (UV). Esta forma de radiación electromagnética tiene longitudes de onda más cortas que la radiación visible y son esas longitudes cortas las que detecta este sensor.





**Figura N° 8. Sensor de monitoreo Ultravioleta UVM30A.**

*Fuente: (Ayuso, 2002)*

Este módulo se basa en el sensor UVM-30A, que tiene una amplia gama espectral de 200nm hasta 370nm. La señal eléctrica de salida del módulo, es de tipo analógica, que varía respecto a la intensidad de los rayos UV.

El nanómetro (nm), es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz.

Basado en un fotodiodo UV, que puede detectar el rango 200 - 370nm de la luz la salida de la señal esta acondicionada para que quede en un nivel de voltios para poderla usar con micro controlador.

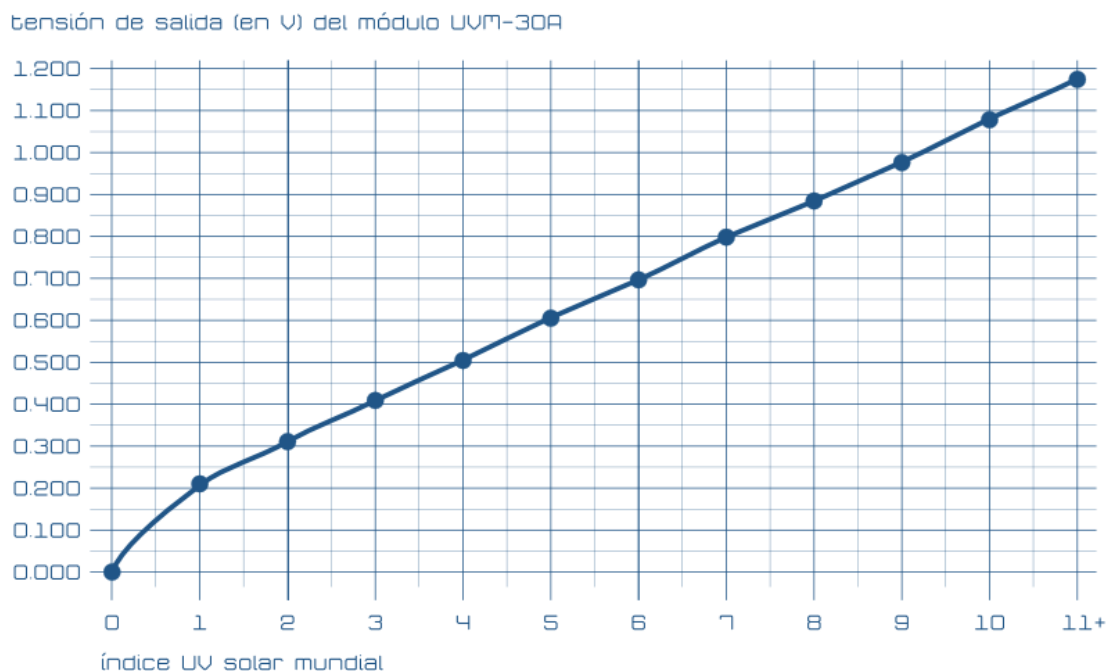


**Figura N° 9. Índice UV - Organización Mundial de la Salud.**

*Fuente: (Marín, 2007)*

Como la fórmula para calcular el índice UV, que puede consultarse en la guía práctica sobre el índice UV es muy compleja como para actualizar el resultado frecuentemente con un micro controlador, el fabricante del módulo proporciona una tabla con los valores de salida con los que se alcanzan los diferentes niveles del índice UV.

Voltaje e alimentación de 2.7-5.5 VDC.



**Figura N° 10. Tensión de salida según el Índice de UV.**

*Elaborado: Por el autor.*

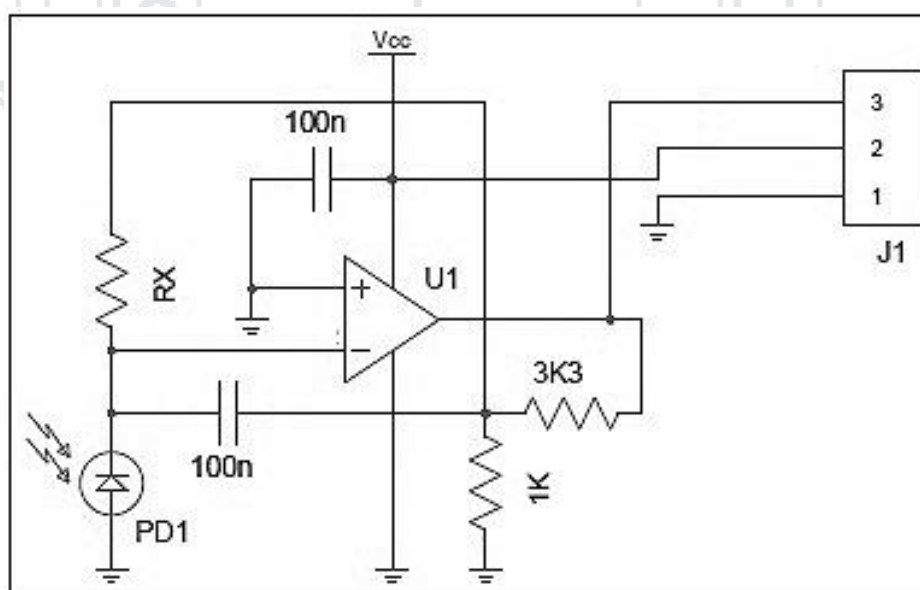
Según puede verse en la gráfica anterior, especialmente para radiaciones bajas, el comportamiento no es completamente lineal aunque a efectos de establecer el índice UV, con unos márgenes relativamente grandes, no se cometería un gran error al considerarlo como lineal. (Laichao, 2014).

### 2.2.12.2. Módulo y circuito de sensor UV GUA-S12SD

Un sensor UV se utiliza para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta incidente (UV) - radiación situada en el rango ultravioleta, con longitudes de onda más cortas que la luz, pero más largo que los rayos X. Los sensores UV son ampliamente utilizados en muchas aplicaciones diferentes,

incluyendo, pero no limitado a automóviles, productos farmacéuticos y robótica. Hoy en día, una amplia gama de módulos de sensores UV pre cableados están fácilmente disponibles para su uso por ingenieros de diseño aficionados y profesionales y aficionados. Estos módulos compatibles con el microcontrolador pueden utilizarse para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta incidente, como la radiación UV en la luz solar.

Aquí está el diagrama de circuito básico del módulo del sensor ULTRAVIOLETA, en el circuito PD1 es el GUVVA-S12SD, y U1 es el SGM8521.



**Figura N° 11. Circuito de sensor UV GUVVA-S12SD.**

*Elaborado: Por el autor.*

El módulo, con una longitud de onda de detección UV típica de 200 - 370 nm, genera una tensión analógica calibrada que varía con la intensidad de la luz UV.

El módulo proporciona una conexión de interfaz de cabezal macho de 3 pines estándar, en ángulo recto:

- GND: 0V (conexión a tierra)
- VCC: 3.3V a 5.5V (consumo actual de 5mA)
- SALIDA: 0V a 1V (0 a 10 Índice UV)

#### **Dentro de la electrónica.**

El módulo UV Sensor está basado en el reconocido sensor GUVA-S12SD de EOC ([www.eocinc.com](http://www.eocinc.com)). GUVA-S12SD es un fotodiodo de tipo Schottky basado en material de nitruro de galio, optimizado para el funcionamiento en modo fotovoltaico. El siguiente componente principal es un Op-Amp IC SGM8521 de SGMICRO.

El SGM8521 es un rail-to-rail de entrada y salida de voltaje amplificadores de realimentación de bajo costo. Este Op-Amp tiene un amplio rango de voltaje de entrada en modo común y voltaje de salida, y toma el voltaje de operación mínimo a 2.1V y la máxima tensión de alimentación recomendada es 5.5V. Además, el SGM8521 proporciona un ancho de banda de 150kHz con un consumo de corriente bajo de 4,7  $\mu$ A. (Rodríguez, 2016).

#### **2.2.12.3. AMPLIFICADOR SGM8521**

El SGM8521 (simple), SGM8522 (dual) y SGM8524 (cuádruple) son de bajo costo, entrada de carril a carril y amplificadores de retroalimentación de

voltaje de salida. Tienen un amplio rango de voltaje de entrada de modo común y oscilación de voltaje de salida, y toman la tensión de alimentación de funcionamiento mínima a 2.1V. La tensión de alimentación máxima recomendada es 5.5V. Todos se especifican en el intervalo de temperaturas de -40 °C a + 125 °C extendido.

Las aplicaciones para estos amplificadores incluyen monitoreo de seguridad, equipos portátiles, control de baterías y suministro de energía, y acondicionamiento de señales e interfaces para transductores en sistemas de muy baja potencia.

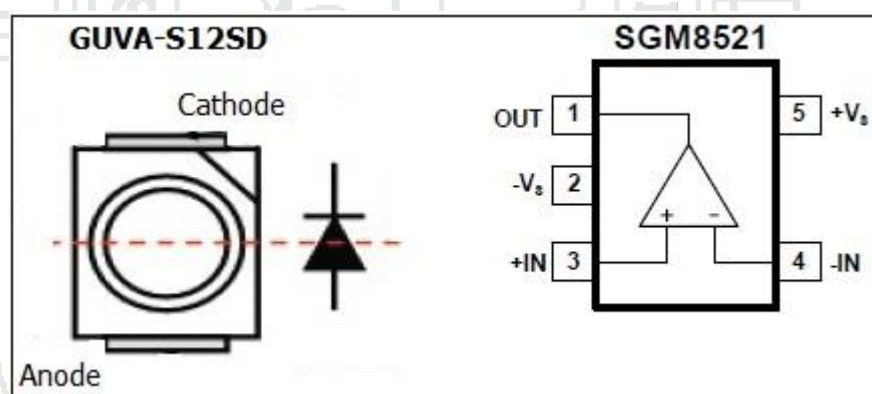


Figura N° 12. Circuito de Op-Amp IC SGM8521.

Fuente: Driscoll, F. F. (1999).

### CARACTERISTICAS:

- Bajo costo
- Entrada y salida de carril a carril 1mV VOS típico
- Ganancia de Unidad Estable

- Ganancia-Ancho de Banda Producto: 150kHz
- Rango de voltaje de alimentación: 2.1V a 5.5V
- Rango de voltaje de entrada: -0.1V a + 5.6V con  $V_S = 5.5V$
- Corriente de alimentación baja: 5.5 $\mu$ A

### 2.2.13. ARDUINO - ETHERNET SHIELD

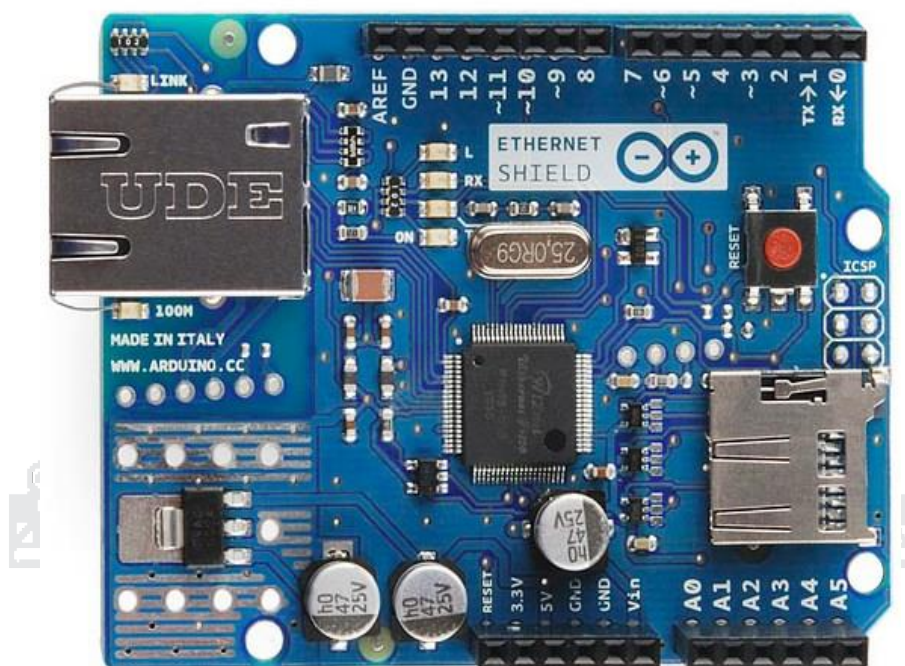
Ethernet Shield permite a una placa Arduino conectarse a internet. Está basada en el chip Ethernet Wiznet W5100. El Wiznet W5100 provee de una pila de red IP capaz de soportar TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. Usa la librería Ethernet para escribir programas que se conecten a internet usando la shield.

El Shield Arduino Ethernet se conecta a Internet en cuestión de minutos. Sólo tiene que conectar este módulo en la placa Arduino, conectarlo a la red con un cable RJ45 y seguir algunas instrucciones sencillas para empezar a controlar el mundo a través de Internet. Como siempre con Arduino, todos los elementos de la plataforma - hardware, software y documentación - son de libre acceso y de código abierto. (Evans, 2013).

#### **Estas son algunas de las características del shield:**

- Tensión de alimentación 5V (se alimenta directamente desde la tarjeta Arduino).
- Controlador Ethernet: W5100 con una memoria interna de 16K  
Velocidad de conexión: 10/100Mb.

- Conexión con Arduino a través del Puerto SPI.



**Figura N° 13. Tarjeta Arduino – Ethernet Shield.**

*Fuente: (PÉREZ GARCÍA, Arduino, 2012)*

El shield provee un conector Ethernet estándar RJ45. La Ethernet shield dispone de unos conectores que permiten conectar a su vez otras placas encima y apilarlas sobre la placa Arduino.

### 2.2.13.1. DESCRIPCIÓN DE LA TARJETA ETHERNET SHIELD

Arduino Ethernet Shield permite a una placa Arduino conectarse a internet. Se basa en el chip Wiznet W5100 Ethernet. El W5100 Wiznet proporciona una red (IP) de pila capaz de TCP y UDP. Soporta hasta cuatro



conexiones de socket simultáneas. Utilice la biblioteca de Ethernet a escribir sketches que se conectan a Internet a través de la pantalla.

Hay una ranura para insertar una tarjeta micro-SD, que puede ser usado para almacenar archivos para servir a través de la red. Es compatible con el Arduino Uno y Mega (usando la biblioteca de Ethernet). El CODEC de lector de tarjetas microSD se puede acceder a través de la Biblioteca SD. Cuando se trabaja con esta biblioteca, SS es el pin 4.

El shield actual tiene una alimentación a través de Ethernet, módulo diseñado para extraer energía de una convencional de par trenzado Categoría 5 cable Ethernet: IEEE802.3. El Shield dispone de un conector RJ45 para conectarse a una red Ethernet. El botón de reinicio sirve para reiniciar el Shield y la propia tarjeta Arduino. El shield contiene un número de LEDs informativos:

- PWR: indica que Arduino y el shield están alimentados.
- LINK: indica la conexión a una red y parpadea cuando el shield transmite o recibe datos.
- FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex.
- ON: indica que la placa y la shield están alimentadas.
- 100M: indica la presencia de una conexión de red 100 Mb / s (en lugar de 10 Mb / s).
- RX: parpadea cuando el shield recibe datos.
- TX: parpadea cuando el shield envía datos.

- COLL: parpadea cuando se detectan colisiones de red.

El puente de soldadura de la marca "INT" puede conectarse para permitir que la placa Arduino reciba interrupciones y sean notificadas desde W5100, pero esta opción no está en la librería estándar de Ethernet. El puente conecta el pin INT del W5100 para pin digital 2 de la Arduino.

El jumper soldado marcado como "INT" puede ser conectado para permitir a la placa Arduino recibir notificaciones de eventos por interrupción desde el W5100, pero esto no está soportado por la librería Ethernet. El jumper conecta el pin INT del W5100 al pin digital 2 de Arduino.

#### **Puntos del Ethernet Shield:**

- Opera a 5V suministrados desde la placa de Arduino.
- El controlador Ethernet es el W5100 con 16K de buffer interno. No consume memoria.
- El shield se comunica con el microcontrolador por el bus SPI, por lo tanto para usarlo siempre debemos incluir la librería SPI.h.
- Soporta hasta 4 conexiones simultaneas.
- El shield dispone de un lector de tarjetas micro-SD que puede ser usado para guardar ficheros y servirlos sobre la red. Para ello es necesaria la librería SD.
- Al trabajar con la SD, el pin 4 es usado como SS.

#### 2.2.14. ARDUINO UNO

Arduino, de forma general, es un sistema de placas electrónicas dirigidas por un microcontrolador y que pertenecen a lo que se conoce como “open source”, es decir código abierto. Existen multitud de tipos de placas arduino dependiendo de nuestros requerimientos, con más entradas/salidas, con wifi, para aplicaciones de miniaturización.

Esta placa arduino Uno está basada en el procesador ATmega 328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales (de las cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un reloj de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ISP, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para dar apoyo al microcontrolador. Puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, a través del conector jack o a través del Pin denominado Vin. El rango recomendado de tensión de alimentación DC es de 7 a 12 voltios, normalmente 9V.

El procesador ATmega328 tiene 32 KB (con 0,5 KB utilizado para el gestor de arranque). También tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de memoria EEPROM (que puede ser leído y escrito por la biblioteca EEPROM). Arduino Uno posee también un número de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otros Arduino, u otros micro controladores. El ATmega328 ofrece UART TTL (5V) de comunicación serial, que está disponible en los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Un ATmega16U2 en la placa usa esta comunicación serie a través de USB y aparece como un puerto COM virtual en el software en el ordenador. El software

de Arduino a través de comunicación serie permite que simples datos de texto se envíen desde y hacia la placa Arduino. El RX y TX LED en el tablero parpadea cuando los datos se transmiten a través del chip USB a serie y la conexión USB al ordenador. El ATmega328 también es compatible con I2C comunicación (librería Wire) y SPI (mediante la biblioteca SPI). La placa tiene un multifusible reseteable que protege los puertos USB de tu ordenador de cortocircuitos y sobre corrientes y las dimensiones de ella son de 6,9 y 5,3 cm. (Badamasi, 2014).



**Figura N° 14. Arduino UNO.**

*Fuente: (PÉREZ GARCÍA, Arduino, 2012)*

A continuación, vamos a explicar el funcionamiento de todos sus pines de conexión:

- **Entradas y salidas digitales:** Están situadas en la parte de arriba de la placa, van del 0 hasta el 13, este último pin lleva una resistencia interna incluida. La señal digital puede estar o encendida o apagada (LOW o HIGH). Los pines cero y uno se pueden utilizar para cargar el programa en la placa. Por ejemplo, se utilizan para parpadear un LED o; como entrada, un pulsador.
- **Salidas analógicas:** Son los pines 11, 10, 9, 6, 5 y 3, si nos fijamos tienen una curva al lado, se denominan salidas PWM (Pulse Width Modulation) que realmente son salidas digitales que imitan salidas analógicas, modificando la separación entre los diferentes pulsos de la señal. La señal PWM puede dar diversos valores hasta 255, se utilizan, por ejemplo para variar la intensidad de un LED o hacer funcionar un servo. Hay que decir que estos pines funcionan como salidas o entradas digitales o como salidas analógicas.
- **Entradas analógicas:** Son los pines A0, A1, A2, A3, A4 y A5 (analog in). Se utilizan para que entre una señal de un sensor analógico, tipo un potenciómetro o un sensor de temperatura, que dan un valor variable. También se pueden utilizar como pines digitales.

### Pines de alimentación:

GND: Son los pines a tierra de la placa, el negativo.

5v: Por este pin suministra 5v.

3,3v: Por este pin suministra 3,3v.

Vin: Voltaje de entrada, por este pin también se puede alimentar la placa.

RESET: Por este pin se puede reiniciar la placa

IOREF: Sirve para que la placa reconozca el tipo de alimentación que requieren los shields.

También podemos encontrar el pin AREF, arriba de todo a la izquierda de los pines digitales, este pin sirve para suministrar un voltaje diferente a 5v por los pines digitales.

También están el conector USB, para cargar el programa y alimentar la placa; y el conector de alimentación, para alimentarla.

Y hasta aquí la explicación de los pines de Arduino UNO, el próximo post explicaré como hacer la primera programación en Arduino, llamada “Hola Mundo”.

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- Microcontrolador: ATmega328.
- Alimentación para su funcionamiento: 5V.
- Voltaje de input (recomendado): 7-12V.
- Voltaje de input (límites): 6-20V.
- Pines digitales de entrada y salida: 14 (de los cuales 6 proveen un output PWM).
- Pines de entrada analógica: 6.
- Corriente continua por pin I/O: 40 mA.

- Corriente continua para pin de 3.3V: 50 mA.
- Flash Memory: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB están utilizados por el cargador.
- SRAM: 2 KB (ATmega328).
- EEPROM: 1 KB (ATmega328).

#### 2.2.15. MÓDULO RELÉS PARA ARDUINO:

Las salidas de las placas Arduino son perfectamente útiles para controlar cargas que no consuman demasiada corriente, como un Led, pero son insuficientes para cargas mayores.

Se trata de un módulo de 4 relés (o relays) que funcionan a 5 Voltios, capaces de manejar cargas de hasta 10 Amperes en 250 Voltios, convenientemente aislados mediante opto acopladores de las entradas, las que cuentan con leds individuales que sirven como indicadores de estado.

Los distintos componentes del módulo pueden verse en la siguiente imagen:

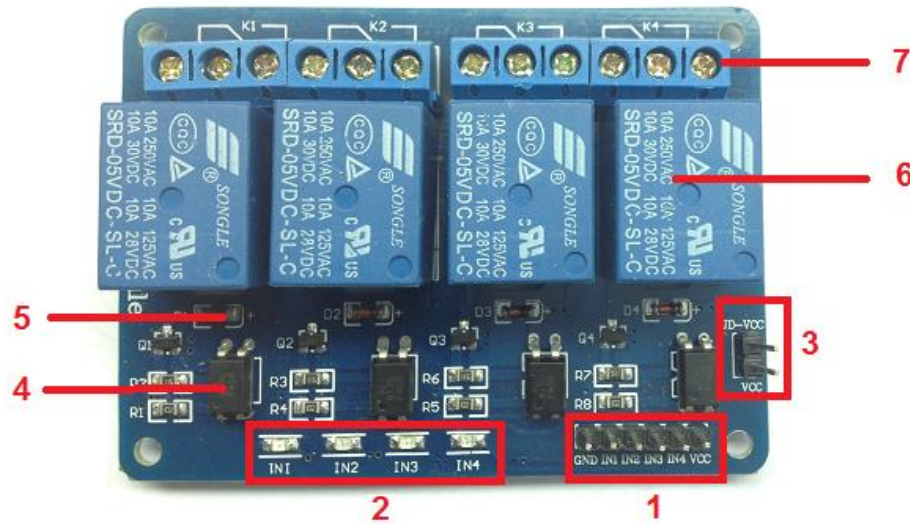


Figura N° 15. Módulo relés opto acopladores.

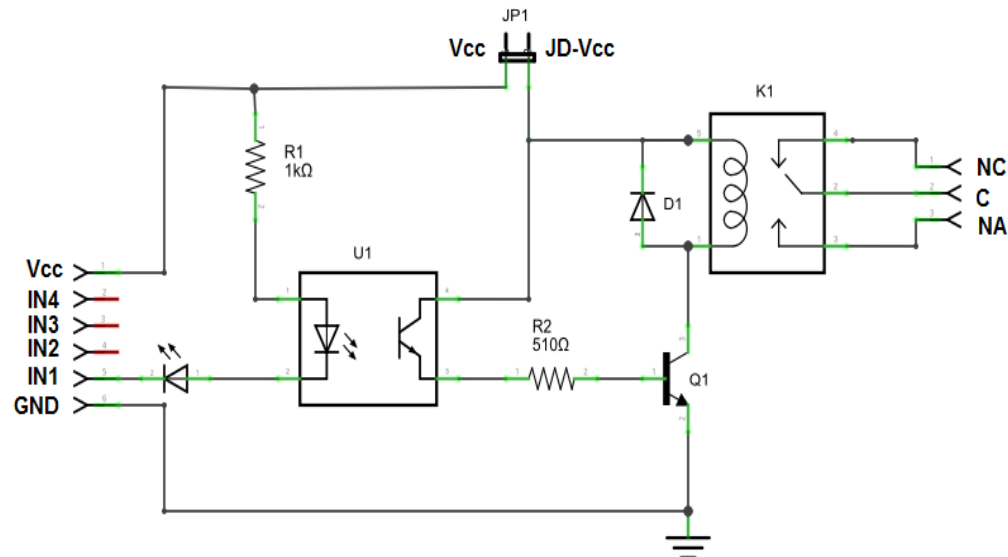
Elaborado: Por el Autor

Como se puede apreciar, la placa tiene un conector de entradas (IN1 a IN4) y alimentación (GND es masa o negativo y Vcc es el positivo) [1], cuatro leds que indican el estado de la entradas [2], un jumper selector para la alimentación de los relés [3], cuatro opto acopladores del tipo FL817C [4], cuatro diodos de protección [5], cuatro relés marca SONGLE con bobinas de 5V y contactos capaces de controlar hasta 10 Amperes en una tensión de 250V [6] y cuatro borneras, con tres contactos cada una (Común, Normal abierto y Normal cerrado), para las salidas de los relés.

### 2.2.15.1. ESQUEMÁTICO

En la imagen de más abajo se puede apreciar el circuito esquemático de un canal, el resto de los canales repite la misma configuración.





**Figura N° 16. Esquema de módulo relés.**

*Elaborado: Por el autor*

### 2.2.15.2. FUNCIONAMIENTO

A partir del circuito analicemos el funcionamiento del circuito: la entrada IN1 está conectada al cátodo del diodo del opto acoplador a través del led indicador. El ánodo del diodo del opto acoplador se conecta a Vcc (positivo) por intermedio de R1, una resistencia de 1000 ohm. Estos tres componentes, el diodo indicador, el diodo del opto y la R1 forman un circuito serie por el cual circula la corriente cuando la entrada está a un nivel BAJO (conectada a GND) y no circula si la entrada está a un nivel ALTO conectada a Vcc.

El transistor del opto tiene su colector a JD-Vcc y su emisor conectado a Q1 a través de una resistencia de 510 ohms. Este es otro circuito serie por el cual circula corriente cuando el transistor del opto conduce al ser “iluminado” por su diodo, con lo que se introduce corriente en la base de Q1 a través de R2.

Finalmente, Q1 está conectado en una típica configuración emisor común, con su emisor a masa (GND) y la bobina del relé como carga en el colector. Cuando circula corriente por la base desde el opto, Q1 se satura permitiendo el paso de la corriente a través de la bobina del relé, lo que produce que se cierren los contactos del mismo (común con normal abierto). El diodo D1 protege al transistor de la tensión que aparece en la bobina del relé cuando deja de circular corriente por la misma.

En síntesis, al ponerse la entrada a nivel BAJO se pone a la saturación el transistor Q1 a través del opto acoplador con lo que se cierra el contacto normal abierto del relé.

### **2.2.15.3. ENTRADAS**

Las entradas a la placa pueden conectarse directamente a las salidas digitales de la placa Arduino. La única precaución a tener en cuenta es que cuando Arduino arranca al ser alimentado, los pines se configuran como entradas automáticamente y puede ocurrir que, por un brevísimo lapso de tiempo entre el arranque y la correcta configuración de estos pines como salidas, las entradas de control al módulo de relé queden en un estado indeterminado. Esto se puede evitar conectando en cada entrada un pull-up con una resistencia de 10K a Vcc, lo que asegura un estado ALTO durante el arranque.

### 2.3. GLOSARIO DE TERMINOS

**EPROM :** Son las siglas de Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable borrable). Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil inventado por el ingeniero Dov Frohman de Intel<sup>1</sup>. Está formada por celdas de FAMOS (Floating Gate Avalanche-Injection Metal-Oxide Semiconductor) o "transistores de puerta flotante", cada uno de los cuales viene de fábrica sin carga, por lo que son leídos como 1 (por eso, una EPROM sin grabar se lee como FF en todas sus celdas).

**Fotodiodo:** Un fotodiodo es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Para que su funcionamiento sea correcto se polariza inversamente, con lo que se producirá una cierta circulación de corriente cuando sea excitado por la luz. Debido a su construcción, los fotodiodos se comportan como células fotovoltaicas, es decir, iluminados en ausencia de una fuente exterior de energía generan una corriente muy pequeña con el positivo en el ánodo y el negativo en el cátodo.

**TCP:** **TCP** son las siglas de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), un sistema de protocolos

que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.

El **Protocolo de Control de Transmisión (TCP)** permite a dos anfitriones establecer una conexión e intercambiar datos.

El TCP garantiza la entrega de datos, es decir, que los datos no se pierdan durante la transmisión y también garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el cual fueron enviados.

UDP:

User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI). Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción. Su uso principal es para protocolos como DHCP, BOOTP, DNS y demás protocolos en los que el intercambio de paquetes de la conexión/desconexión son mayores, o no son rentables con respecto a la información transmitida, así como para la transmisión de audio y vídeo en real, donde no es posible

realizar retransmisiones por los estrictos requisitos de retardo que se tiene en estos casos.

**PWM:** La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de pulse-width modulation) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

**OPAMP:** Un amplificador operacional, a menudo conocido op-amp por sus siglas en inglés (operational amplifier) es un dispositivo amplificador electrónico de alta ganancia acoplado en corriente continua que tiene dos entradas y una salida. En esta configuración, la salida del dispositivo es, generalmente, de cientos de miles de veces mayor que la diferencia de potencial entre sus entradas.

**INTERFAZ:** Interfaz es lo que conocemos en inglés como interface (“superficie de contacto”). En informática, se utiliza para nombrar a la conexión funcional entre dos sistemas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que proporciona una comunicación de distintos niveles

permitiendo el intercambio de información. Su plural es interfaces.

**NANOMETRO:** El nanómetro es la unidad de longitud que equivale a unas mil millonésimas partes de un metro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) o a la millonésima parte de un milímetro. Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz. Recientemente la unidad ha cobrado notoriedad en el estudio de la nanotecnología, área que estudia materiales que poseen dimensiones de unos pocos nanómetros.

**UART:** Son las siglas en inglés de Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, en español: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo.

## 2.4. HIPOTESIS

Se plantearon las siguientes hipótesis:

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Se implementará un prototipo que permita la señalización utilizando sensores ópticos para la protección solar como medida preventiva para evitar enfermedades como las quemaduras, cáncer de piel y otros efectos adversos causados por el sol a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Se analiza el funcionamiento de un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.
- b) Se Diseña y se implementa un sistema de señalización utilizando sensores ópticos para la prevención de los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

## 2.5. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

En la siguiente tabla se presenta la operacionalización conceptual y metodológica de las variables:

Objetivo	Variable	Concepto	Acciones	Indicadores
<b>Diseño de un sistema de señalización UV para prevenir los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la EPIE.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Variable independiente</b> Radiacion solar</li> <li>• <b>Variable dependiente</b> Sistema de señalización utilizando sensor óptico</li> </ul>	<p><b>Diseño del sistema de señalización:</b> Organización de un conjunto de dispositivos electrónicos para poder realizar el software mediante un módulo que detecta la radiación ultravioleta.</p> <p><b>Radiación ultravioleta :</b> Se denomina radiación ultravioleta a la energía electromagnética emitida a longitudes de onda menores que la correspondiente a la visible por el ojo humano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los niveles de radiación ultravioleta en la EPIE</li> <li>• Diseñar un sistema de señalización</li> <li>• Analizar la tecnología con Arduino</li> <li>• Realizar pruebas de indicativo de los niveles de Índice UV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles de radiación Ultravioleta</li> <li>• Niveles Actuales de Índice UV</li> <li>• Topología a tomar en cuenta</li> <li>• Incremento del Nivel de radiación</li> <li>• Funcionamiento del sistema de señalización</li> <li>• Verificar las mejoras con los indicadores de señalización</li> </ul>
<b>Implementar un prototipo de sistema de señalización de radiación ultravioleta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Variable independiente</b> Implementación del prototipo de señalización de UV</li> <li>• <b>Variable dependiente</b>  Demostrar las mejoras que ofrece el</li> </ul>	<b>Implementación de un prototipo:</b> ejecución de una muestra se señalización UV con equipos reales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de un prototipo de señalización</li> <li>• Instalar el software en Arduino</li> <li>• Realizar pruebas de Niveles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento del software de señalización</li> </ul>



	sistema de señalizacion		de índice UV captados por el Modulo	
--	-------------------------	--	-------------------------------------	--

**Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalización de variables**

*Elaborado: Por el autor*





## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el proceso de investigación nos basamos en un enfoque experimental, recolectando datos de manera periódica tratando de establecer un aporte al final de nuestro trabajo, para el diseño de un sistema de señalización de radiación ultravioleta que permita a los estudiantes de la EPIE una mejor información acerca de los niveles de exposición dentro de los rangos de medida del índice UV. Y así fomentar un mejor cuidado informándose constantemente acerca de los niveles de radiación solar dentro y fuera del campus de la Universidad Nacional del Altiplano.

#### **3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es Teórico – Práctico, ya que en primer lugar se basa en un enfoque teórico, basado en los conceptos de las tecnología Arduino, propuesta para el diseño de señalización , para luego tomando las consideraciones necesarias diseñar un sistema de señalización de radiación UV y que permita brindar la información necesaria acerca de los niveles de exposición.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACION

### 3.2.1. POBLACIÓN

Nuestra población de estudio son los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica dentro del campus de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

### 3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA POBLACION

La escuela profesional de Ingeniería Electrónica se encuentra dentro del campus de la Universidad Nacional del Altiplano que está ubicada en la ciudad de Puno a 3810 m.s.n.m. está formada por 19 facultades, divididas en 35 escuelas profesionales, tiene una población que rodea a los 20,000 entre estudiantes y personal docente y administrativo.



**Figura N° 17. Ubicación de la Universidad Nacional del Altiplano.**

Fuente: (Raffino, 1993)

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN**

El nivel de investigación, es realizado a nivel descriptivo, puesto que no existe un sistema de señalización en la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. También se analiza los niveles de radiación ultravioleta actuales y su impacto en los estudiantes acerca de los efectos negativos que tiene el Índice UV con esta información se procede a realizar un sistema de señalización usando un sensor fotovoltaico para brindar a los estudiantes un indicador de nivel de radiación UV y que estos asu vez puedan tomar mediad para prevenir los efectos de la radiación ultravioleta usando un sistema de señalización.

### **3.5. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

La metodología del estudio se basa en procedimiento de investigación de tecnología de detección de radiación ultravioleta y diseño de un sistema de señalización de acuerdo a los niveles de índice UV.

### **3.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

En el presente proyecto se comprobaron que las hipótesis planteadas de la siguiente manera.

#### **3.6.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL**

De acuerdo con los resultados mostrados en la investigación se concluye que si es posible el diseño de un sistema de señalización para la Escuela

Profesional de Ingeniería Electrónica, para esto se realizó el sistema usando un módulo que detecta la radiación ultravioleta de acuerdo a los estándares internacional acerca de los niveles de Índice UV, esos valores están siendo evaluados en el software de arduino y estos a su vez realizan un indicativo de acuerdo a los niveles de radiación indicados en un sistema señalizado usando colores para realizar la diferencia de acuerdo a los niveles recepcionados.

### **3.6.2. PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

Al hacer las pruebas de señalización en el prototipo, se detectó que los niveles de radiación son reales de acuerdo a los valores indicados en el sistema de señalización, se detectó de esta manera que estos valores indican efectivamente para que se puedan tomar medidas instantáneas para prevenir los efectos de la radiación ultravioleta usando la red LAN de la escuela profesional de ingeniería electrónica para que pueda ser usado el indicativo por la red para saber su funcionabilidad del sistema usando la tarjeta Arduino Ethernet shield para poder realizar su enlace en la red y poder así ser usado por los estudiantes.



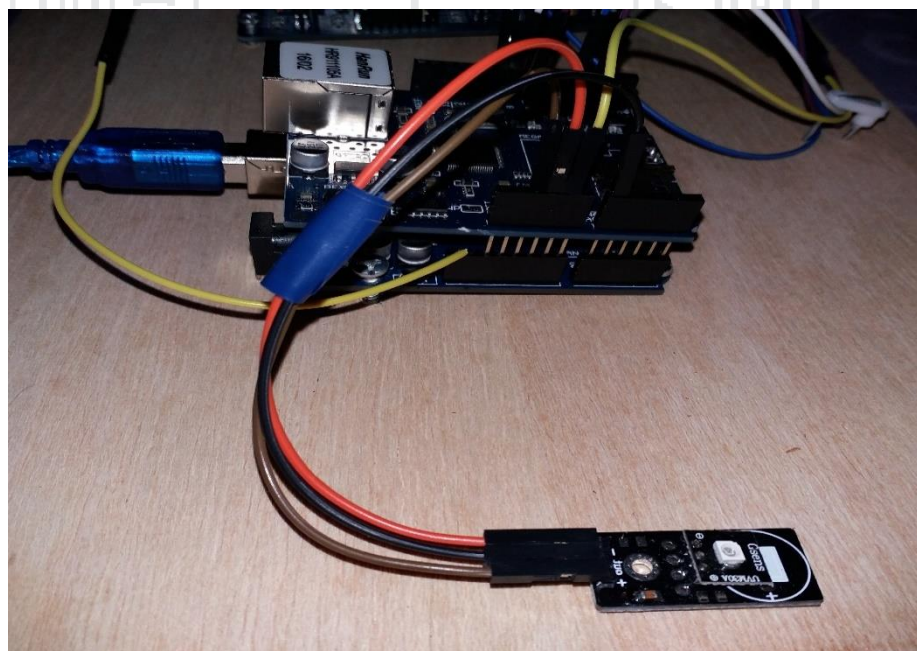
## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### 4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.

##### 4.1. ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION

Para poder iniciar con el sistema de señalización principalmente tendremos que descargar e instalar el entorno de desarrollo de arduino, y comprobar que está correctamente configurado. Para ello vamos a la página de descarga: <http://arduino.cc/en/main/software>. Posteriormente se realiza el montaje de la tarjeta arduino UNO y la tarjeta de arduino Ethernet para así poner ya realizar el conexionado del sensor UV y direccionar las salidas analógicas, voltaje, GND, hacia la tarjeta de arduino para poner realizar el enlace con el programa de arduino.



**Figura N° 18: Montaje de las Tarjetas Arduino con el Sensor de detección UV.**

*Elaborado: Por el autor.*



DIAGRAMA DE BLOQUES:

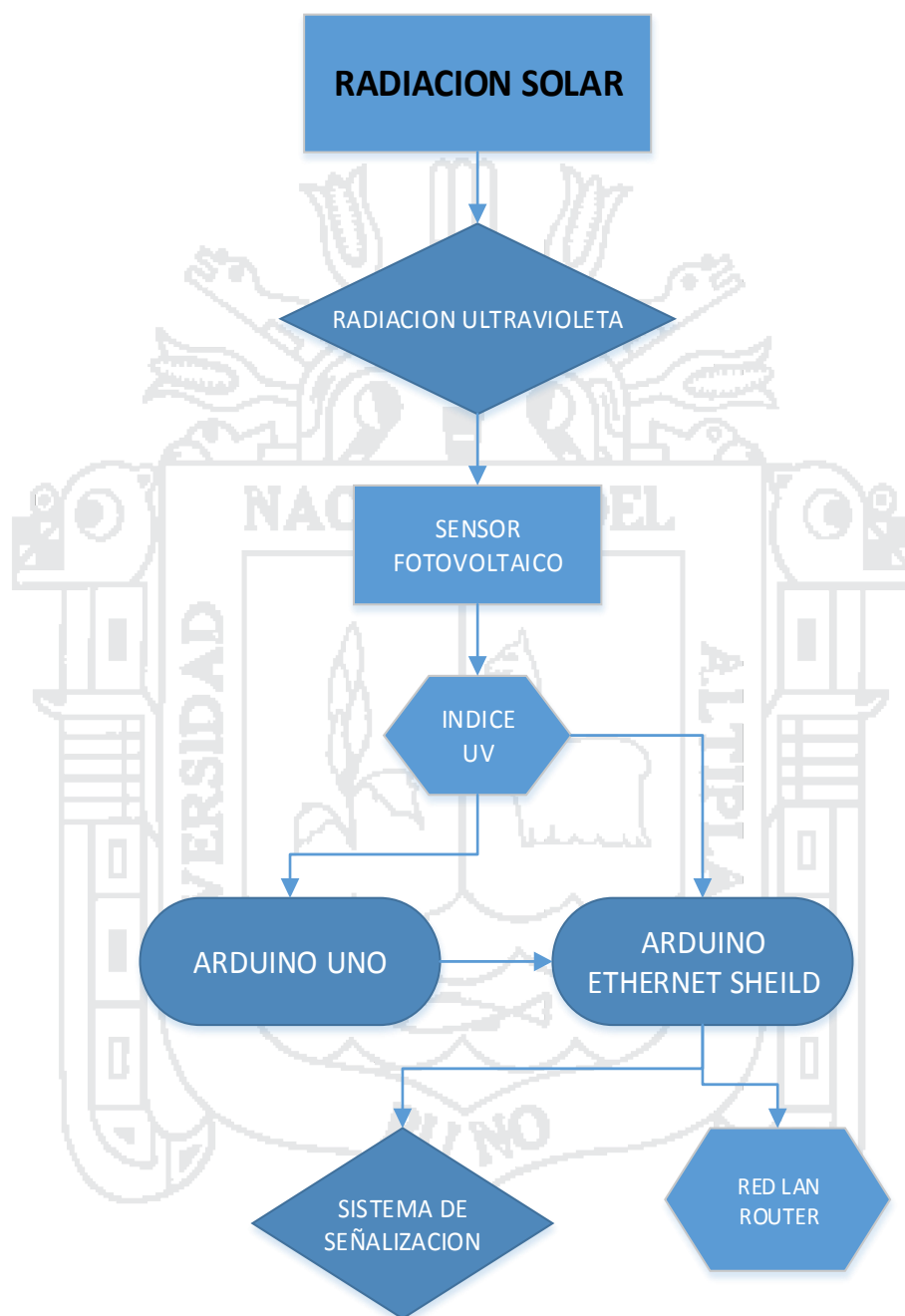
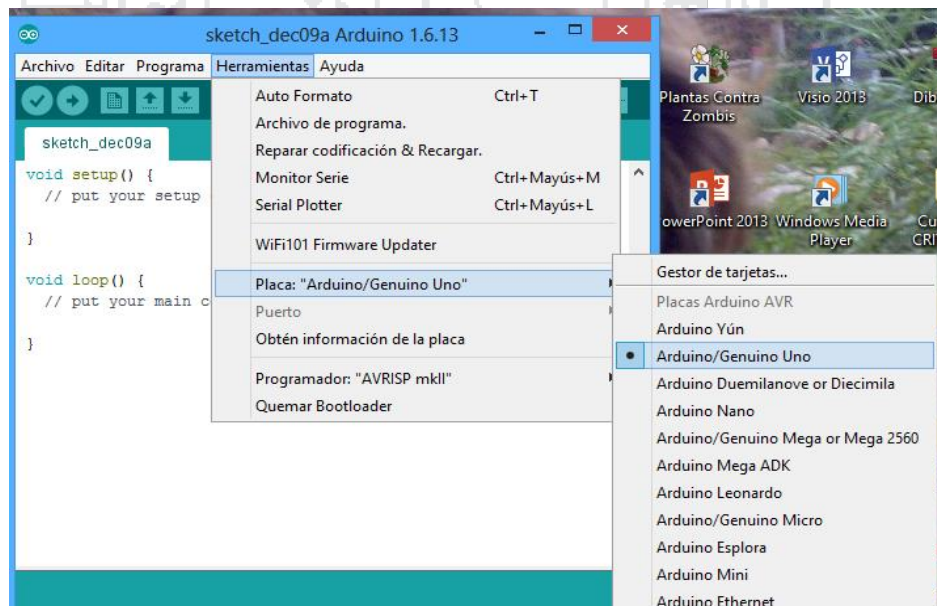


Figura N° 19: Diagrama de bloques para realizar el proyecto.

Elaborado: Por el autor.

Elegir la versión correspondiente a nuestro sistema (En Windows recomendamos la versión Installer) y tener paciencia porque es una descarga moderadamente grande, una vez finalizado, ejecutar el fichero descargado, e ir respondiendo a las opciones de instalación. Una vez instalado el software del arduino procederemos a configurar el modelo de Arduino y confirmar el puerto serie al que se conecta. En [Menú]\Herramientas\Placa Elegir el modelo exacto de nuestro Arduino. En nuestro caso elegimos un Arduino Uno:

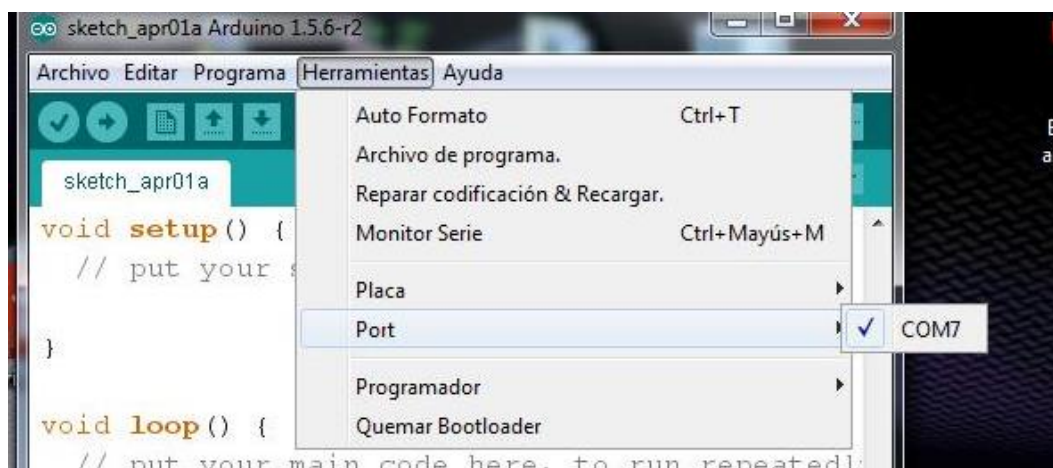
Y procedemos a realizar el programa direccionando las librerías asignadas para este proyecto instalando a su vez la comunicación Ethernet para realizar el enlace hacia la red mediante la tarjeta de ARDUINO ETHERNET SHIELD



**Figura N° 20. Configuración para programar en arduino UNO.**

*Elaborado: Por el autor.*

En [Menú]\Herramientas\Port es necesario comprobar que tenemos asignado un puerto y que tiene la marca de selección.



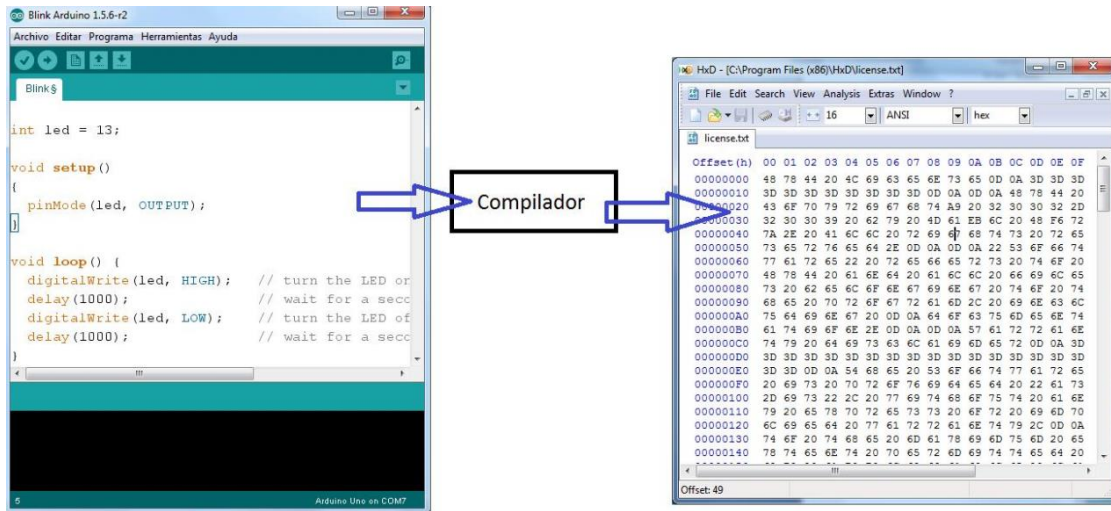
**Figura N° 21. Configuración del puerto para la comunicación.**

*Elaborado: Por el autor.*

#### 4.2. PROGRAMACION DEL ARDUINO

El software de arduino es una variante de C++, que es un lenguaje muy extendido por sus características, aunque no es un lenguaje sencillo. C++, que fija reglas estrictas de cómo escribir estas instrucciones.

Cuando el comprobador acepta nuestro programa, invoca otro programa que traduce lo que hemos escrito a instrucciones comprensibles para el procesador de nuestro Arduino.



Esto es lo que nosotros entendemos.

Esto es lo que entiende el procesador.

**Figura N° 22. Forma de compilación del arduino.**

*Elaborado: Por el autor.*

El compilador convierte nuestras instrucciones (código fuente) en instrucciones del procesador (código ejecutable).

#### 4.2.1. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA ARDUINO.

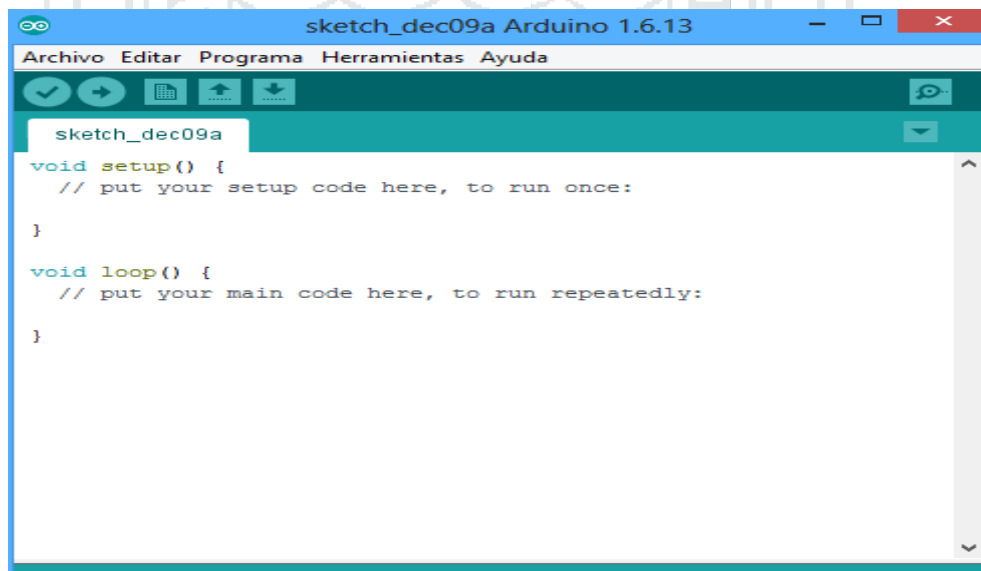
Un programa de Arduino consiste básicamente en dos secciones o funciones básicas.

#### 4.2.2. FUNCIONES PRINCIPALES

Una función es un bloque de código que tiene un nombre y un conjunto de instrucciones que son ejecutadas cuando se llama a la función. Son funciones setup y loop de las que ya se ha hablado. Las funciones de usuario pueden ser escritas para realizar tareas repetitivas y para reducir el tamaño de un programa. Las funciones se declaran asociadas a un tipo de valor "type". Este

valor será el que devolverá la función, por ejemplo 'int' se utilizará cuando la función devuelve un dato numérico de tipo entero. Si la función no devuelve ningún valor entonces se colocará delante la palabra "void", que significa "función vacía". Después de declarar el tipo de dato que devuelve la función se debe escribir el nombre de la función y entre paréntesis se escribirán, si es necesario, los parámetros que se deben pasar a la función para que se ejecute.

- **Setup:** Sus instrucciones se ejecutan solo una vez, cuando se arranca el programa al encender Arduino o cuando pulsamos el botón de reset. Generalmente incluye definiciones e inicializaciones de ahí su nombre.
- **Loop:** Sus instrucciones se van ejecutando en secuencia hasta el final y cuando acaba, vuelve a empezar desde el principio haciendo un ciclo sin fin.



```
sketch_dec09a Arduino 1.6.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_dec09a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

**Figura N° 23. Funciones principales para programar.**

*Elaborado: Por el autor.*

Cuando abrimos el IDE de Arduino (o hacemos [Menú]\Archivo\nuevo) él nos escribe ya estas dos funciones.

#### 4.2.2.1. FUNCION ENTRE LLAVES

Las llaves sirven para definir el principio y el final de un bloque de instrucciones. Se utilizan para los bloques de programación `setup()`, `loop()`, `if`, etc.

```
type funcion()  
{  
  Instrucciones;  
}
```

Una llave de apertura “{” siempre debe ir seguida de una llave de cierre “}”, si no es así el programa dará errores.

El entorno de programación de Arduino incluye una herramienta de gran utilidad para comprobar el total de llaves. Sólo tienes que hacer click en el punto de inserción de una llave abierta e inmediatamente se marca el correspondiente cierre de ese bloque (llave cerrada).

Nótese que el principio de cada función es indicado por la apertura de llave “{” y el fin de la misma corresponde al símbolo de cerrar llaves “}”.

De hecho el conjunto de instrucciones contenidas entre una apertura y cierre de llaves se llama bloque y es de capital importancia a la hora de que nuestro Arduino interprete de una u otra manera las instrucciones que le damos.

#### 4.2.2.2. FUNCION DE PUNTO Y COMA

El punto y coma “;” se utiliza para separar instrucciones en el lenguaje de programación de Arduino. También se utiliza para separar elementos en una instrucción de tipo “bucle for”.

```
int x = 13; /* declara la variable 'x' como tipo entero de valor 13 */
```

Nota: Olvidaos de poner fin a una línea con un punto y coma o se producirá en un error de compilación. El texto de error puede ser obvio, y se referirá a la falta de una coma, o puede que no. Si se produce un error raro y de difícil detección lo primero que debemos hacer es comprobar que los puntos y comas están colocados al final de las instrucciones.

#### 4.2.2.3. FUNCION BLOQUE DE COMENTARIOS

Los bloques de comentarios, o comentarios multi-línea son áreas de texto ignorados por el programa que se utilizan para las descripciones del código o comentarios que ayudan a comprender el programa. Comienzan con / \* y terminan con \* / y pueden abarcar varias líneas.

```
/* Esto es un bloque de comentario no se debe olvidar.
```

```
Cerrar los comentarios estos deben estar equilibrados */
```

Debido a que los comentarios son ignorados por el compilador y no ocupan espacio en la memoria de Arduino pueden ser utilizados con generosidad. También pueden utilizarse para "comentar" bloques de código con el propósito de anotar informaciones para depuración y hacerlo más comprensible para cualquiera.

Nota: Dentro de una misma línea de un bloque de comentarios NO se puede escribir otro bloque de comentarios (usando /\*..\*/).

#### 4.2.2.4. FUNCION LÍNEA DE COMENTARIOS

Una línea de comentario empieza con // y terminan con la siguiente línea de código. Al igual que los comentarios de bloque, los de línea son ignoradas por el programa y no ocupan espacio en la memoria.

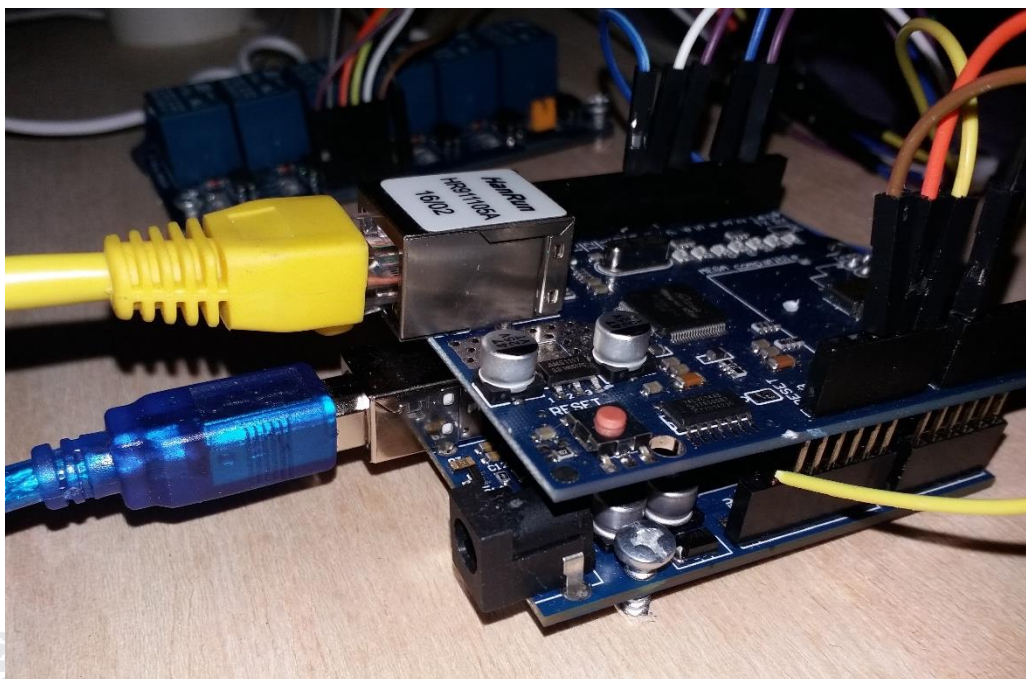
```
// Esto es un comentario.
```

Una línea de comentario se utiliza a menudo después de una instrucción, para proporcionar más información acerca de lo que hace ésta o para recordarla más adelante.

### 4.3. CONECTANDO EL SHIELD

El Shield Arduino Ethernet permite la inserción sobre una tarjeta convencional Arduino utilizando para su gobierno la librería Ethernet.





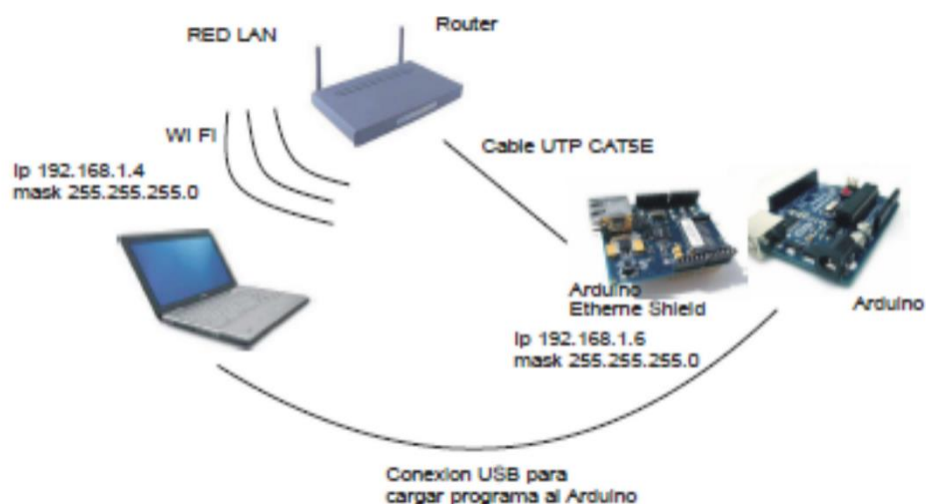
**Figura N° 24. Conexión arduino Ethernet shield con el arduino UNO.**

*Elaborado: Por el autor.*

#### **4.3.1. INICIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA ETHERNET**

**PRIMERO:** Para usar la Ethernet Shield solo hay que montarla sobre la placa Arduino. Para cargar los sketches a la placa Arduino se conecta esta al ordenador mediante el cable USB como se hace normalmente. Una vez que el sketch ha sido cargado se puede desconectar la placa del ordenador y alimentarla desde una fuente externa.

**SEGUNDO:** Conectar la Ethernet Shield a un ordenador, a un switch o a un enrutador utilizando un cable Ethernet standard (CAT5 o CAT6 con conectores RJ45). La conexión al ordenador puede requerir el uso de un cable cruzado (aunque muchos ordenadores actuales, incluyendo los últimos modelos Mac pueden hacer el cruce de forma interna).



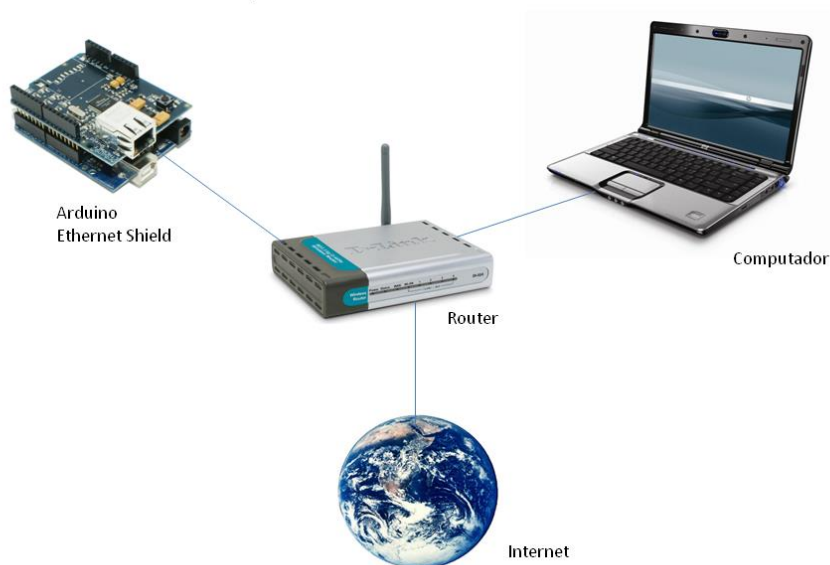
**Figura N° 25. Funcionamiento de la tarjeta Ethernet shield.**

*Fuente: (González Vidal, 2015)*

#### 4.3.2. CONFIGURACIÓN DE LA RED NETWORK

Al shield se debe asignar una dirección MAC y una IP fija utilizando la función `Ethernet.begin()`. Una dirección MAC es un identificador global único para cada dispositivo en particular; asignar una al azar suele funcionar, pero no utilice la misma para más de una placa.

## Disposición de la red



**Figura N° 26. Disposición de la red con arduino.**

*Elaborado: Por el autor.*

Una dirección IP válida depende de la configuración de su red. Es posible usar DHCP para asignar una IP dinámica a la placa, pero esto aún no está implementado como función. Opcionalmente se pueden especificar la dirección de difusión y la máscara de subred.

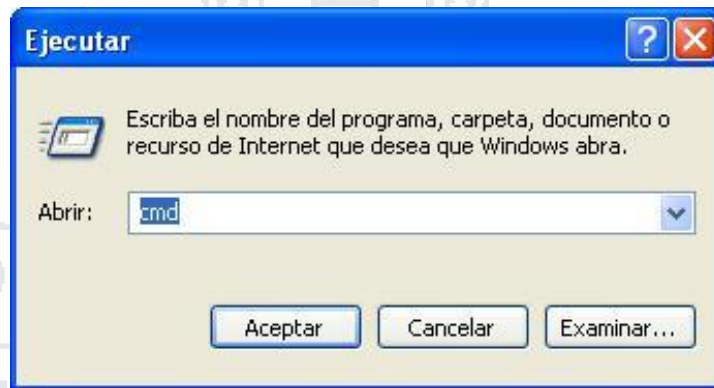
### 4.3.3. CONECTAR CON UNA PÁGINA WEB SABIENDO SU IP

Con este ejemplo vamos a conectarnos a una página Web de la que previamente conoceremos su IP y recibiremos en nuestro nodo Ethernet Arduino la información que nos envíe esta página. Lo haremos haciendo uso del “monitor” del puerto serie que tiene el IDE Arduino.

Antes de nada, diremos como averiguar la IP de una página Web.

#### 4.3.4. LA DIRECCION IP

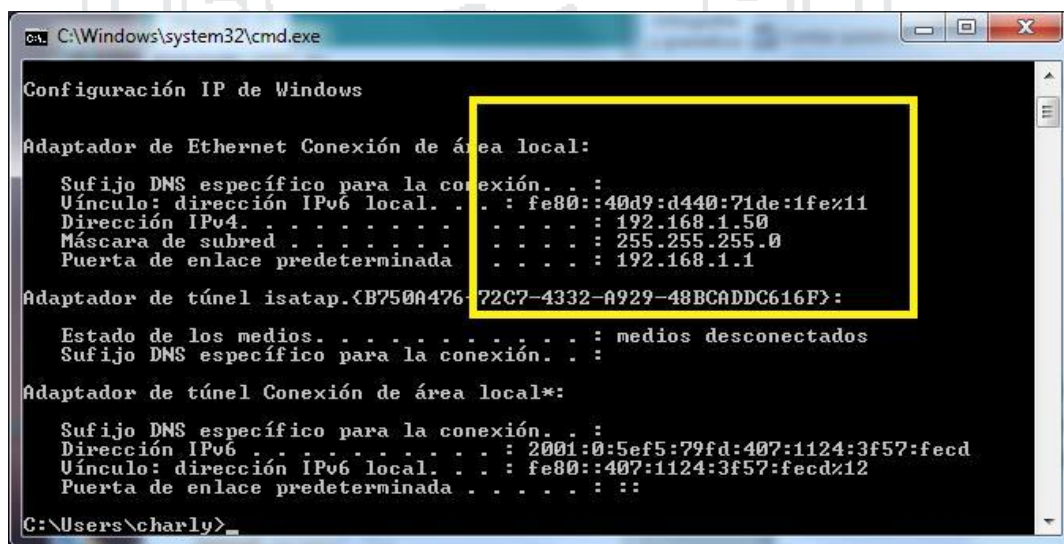
Invocamos la consola de Windows “ejecutar” y escribimos cmd.



**Figura N° 27. Consola de Windows ejecutar**

*Elaborado: Por el autor.*

Después escribimos “ping (la dirección web)”



**Figura N° 28. Configuración para dirección IP.**

*Elaborado: Por el autor.*

Esos valores muestran los datos de tu conexión. Como mi dirección IP es la 192.168.1.50, lo lógico es probar una dirección del tipo 192.168.1.xx, donde xx es un valor entre 0 y 255, que no coincida con otra dirección de tu red.

#### 4.3.5. CONFIGURAR ÁREA LOCAL

Ahora que estás dentro de tu Router, debes decirle que siempre le de la misma IP a tu Arduino Ethernet Shield.

Por defecto, la mayor parte de los Routers utilizan un sistema denominado DHCP según el cual van asignando IP locales a todos los elementos que se conectan a la red. Cada cierto tiempo esas IP cambian (también pueden cambiar si conectas y desconectas algún elemento) por lo que si inicias el programa Arduino Ethernet Shield sin modificar esto, funcionará al principio, pero cuando esa dirección cambie se perderá la comunicación y tendrás que modificar tu sketch. Para que esto no suceda tienes que decirle al protocolo DHCP que te parece fantástico que juguetees con las IP pero que no toque la de tu Arduino.

Todas las máquinas que conectas a tu red tienen un número identificativo denominado MAC que, de cara a la red, es como un DNI o pasaporte. El MAC de tu Arduino puedes fijarlo tú (basta con que no haya varias máquinas con el mismo MAC) y por defecto es:

```
byte mac [ ] = {
```

```
0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
```

#### 4.4. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE SEÑALIZACION UV

El desarrollo del software de inicia principalmente tomando en cuenta la librería Time.h.

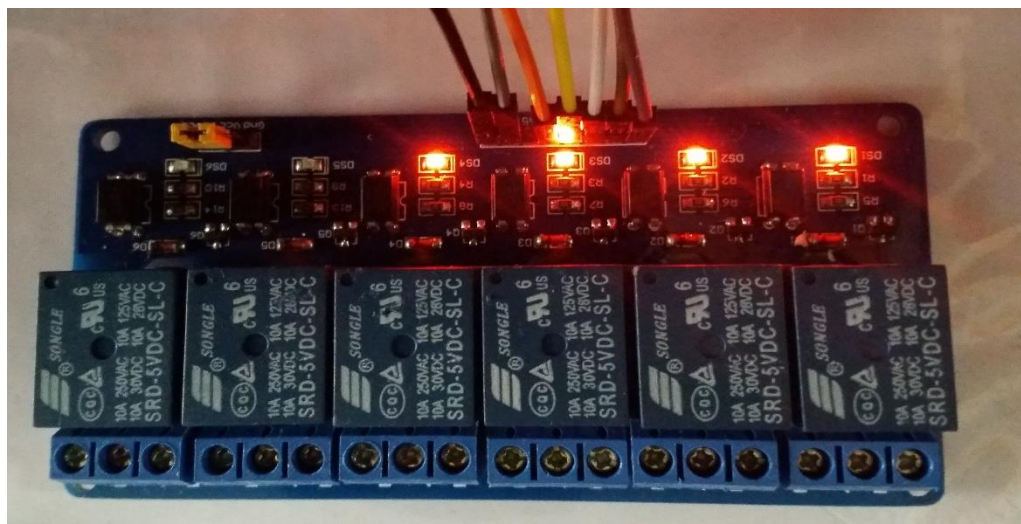
Seguidamente se incluye la dirección para la comunicación por el BUS SPI en donde tomamos nota que la comunicación se realizara mediante ese puerto asignado, y en tanto se incluye la librería Ethernet para realizar su gobierno convencional.

Se definen las salidas digitales direccionados por los pines 2, 4, 7, 8, 12 de acuerdo al nivel que detectara el módulo UV este a su vez envirara una señal analógica que detallaremos más adelante.

```
#include <Time.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#define PIN_VERDE 2
#define PIN_AMARILLO 4
#define PIN_NARANJA 7
#define PIN_ROJO 8
#define PIN_MORADO 9
```

**Figura N° 29: Direccionamiento de las salidas digitales.**

*Elaborado: Por el autor.*



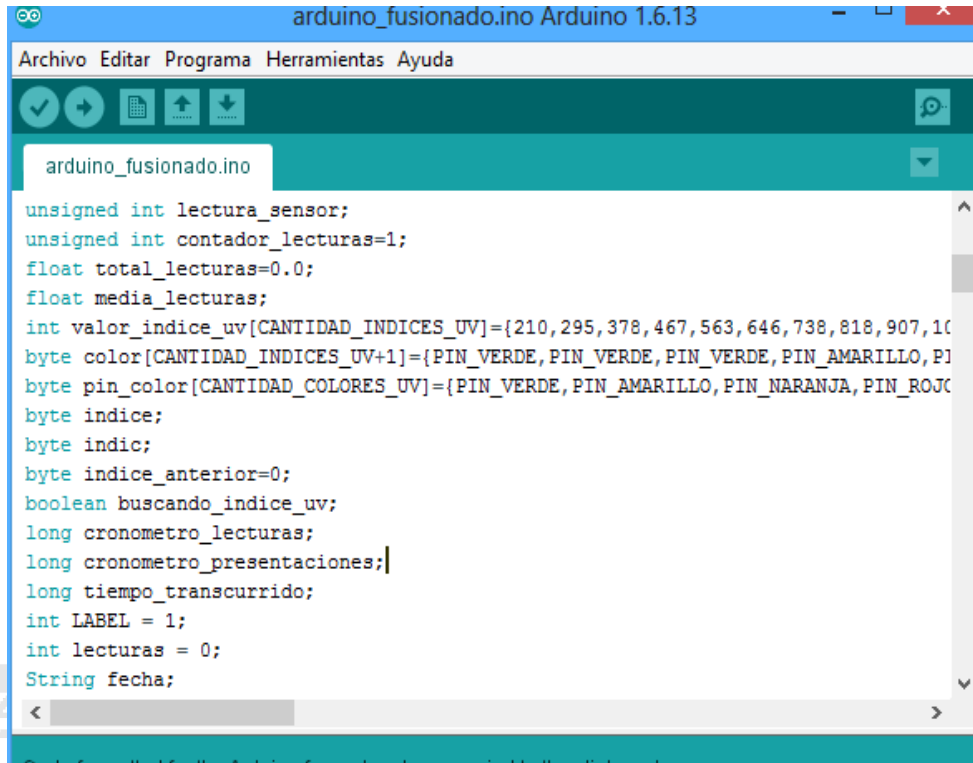
**Figura N° 30. Direccinamiento de las salidas del relé.**

*Elaborado: Por el autor.*

Ponemos la direccinamiento de la librería indicada para poder realizar la lectura de los valores detectados del sensor UV.

Puesto que la lectura analógica, para obtener la tensin entregada por el módulo UVM30A hay que convertir el rango de 0 a 1023, que devuelve la funcin, al rango que va de 0 a 1100, que son los mili voltios que se han establecido como referencia con `analogReference()`. Para realizar la conversin hay que multiplicar por 1100 y dividir por 1023. En el primer programa de ejemplo se usa como una constante para hacerlo en una nica operacin y facilitar la lectura.

Para calcular los valores compensados para la tabla de ndices. En lugar de comparar la lectura analógica con el valor de la hoja de datos del UVM30A se puede crear un vector que contenga los datos convertidos al rango de 0 a 1023 realizando la operacin inversa a la descrita antes. Ya no ser necesario calcular la tensin a cada lectura puesto que la tabla de ndices est modificada.



```

arduino_fusionado.ino
unsigned int lectura_sensor;
unsigned int contador_lecturas=1;
float total_lecturas=0.0;
float media_lecturas;
int valor_indice_uv[CANTIDAD_INDICES_UV]={210,295,378,467,563,646,738,818,907,10
byte color[CANTIDAD_INDICES_UV+1]={PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PIN
byte pin_color[CANTIDAD_COLORES_UV]={PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PIN_NARANJA,PIN_ROJO
byte indice;
byte indic;
byte indice_anterior=0;
boolean buscando_indice_uv;
long cronometro_lecturas;
long cronometro_presentaciones;
long tiempo_transcurrido;
int LABEL = 1;
int lecturas = 0;
String fecha;

```

**Figura N° 31. Librería para detectar la lectura del módulo UV.**

*Elaborado: Por el autor.*

Colocamos la dirección IP asignada en el programa esta dirección IP tiene que estar dentro del rango de la red LAN.

Y adjuntamos la librería Ethernet servidor y Ethernet cliente para poder enlazar los valores detectados y enviarlos a la red LAN asignada.

```

byte mac[]={0x12,0x34,0x56,0x78,0x9A,0xBC}; // Dirección MAC inventada
IPAddress ip(192,168,1,252); // Dirección IP arbitraria en el rango 192.168.1.
EthernetServer servidor_web(80); // El puerto por defecto del HTTP es el 80
EthernetClient cliente_web;
char lectura_ethernet;
char lectura_anterior;

```

**Figura N° 32. Direccionamiento de la IP.**

*Elaborado: Por el autor.*



Para la estructura de SETUP realizamos la función de acuerdo a las direcciones q queremos enviar y el puerto asignado para realizar la programación y la velocidad en el cual tiene q transferir los datos asignados desde el modulo UV, este a su vez incorporamos la librería ETHERNET. BEGIN y realizamos el enlace de donde tiene que detectar la señal analógica con una referencia interna donde el GUVA-S12SD mide valores de 0 a 1170 mv que consiste en los valores asignados del fabricante para detectar los niveles de radiación Ultravioleta, esta señal analógica de 4 a 20 ma se refleja en las salidas digitales de acuerdo al rango de parametrización asignada para cada salida de acuerdo al nivel detectado

#### **4.4.1. FUNCION SERIAL-BEGIN**

Establece la velocidad de datos en bits por segundo (baudios) para la transmisión de datos en serie. Para comunicarse con el ordenador, utilice una de estas velocidades de datos: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 o 115200. Sin embargo, puede especificar otras tarifas, por ejemplo: Se comunican sobre los pines 0 y 1 con un componente que requiere una velocidad en baudios particular.

Un segundo argumento opcional configura los datos, la paridad y los bits de parada. El valor predeterminado es 8 bits de datos, sin paridad, un bit de parada.

- **Sintaxis**

Serial.begin(velocidad).

Serial.begin (velocidad, configuración).



```

arduino_fusionado.ino

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial);
  Ethernet.begin(mac, ip);
  servidor_web.begin();
  Serial.println(F("Servidor web iniciado"));
  analogReference(INTERNAL); // Referencia interna de 1100 mV El GUVAS12S
  analogRead(PIN_GUVAS12SD); // La primera lectura es incorrecta (normalme

  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL, Fecha, Hora, Sensor, Indice, lecturas");
  analogReference(INTERNAL); // Referencia interna de 1100 mV El GUVAS12S
  //pinMode(PIN_GUVAS12SD, INPUT); // La lectura analógica no necesita inic
  for (indice=0; indice<CANTIDAD_COLORES_UV; indice++)
  {

```

Code formatted for the Arduino forum has been copied to the clipboard.

**Figura N° 33. Configurando la velocidad de transferencia de datos.**

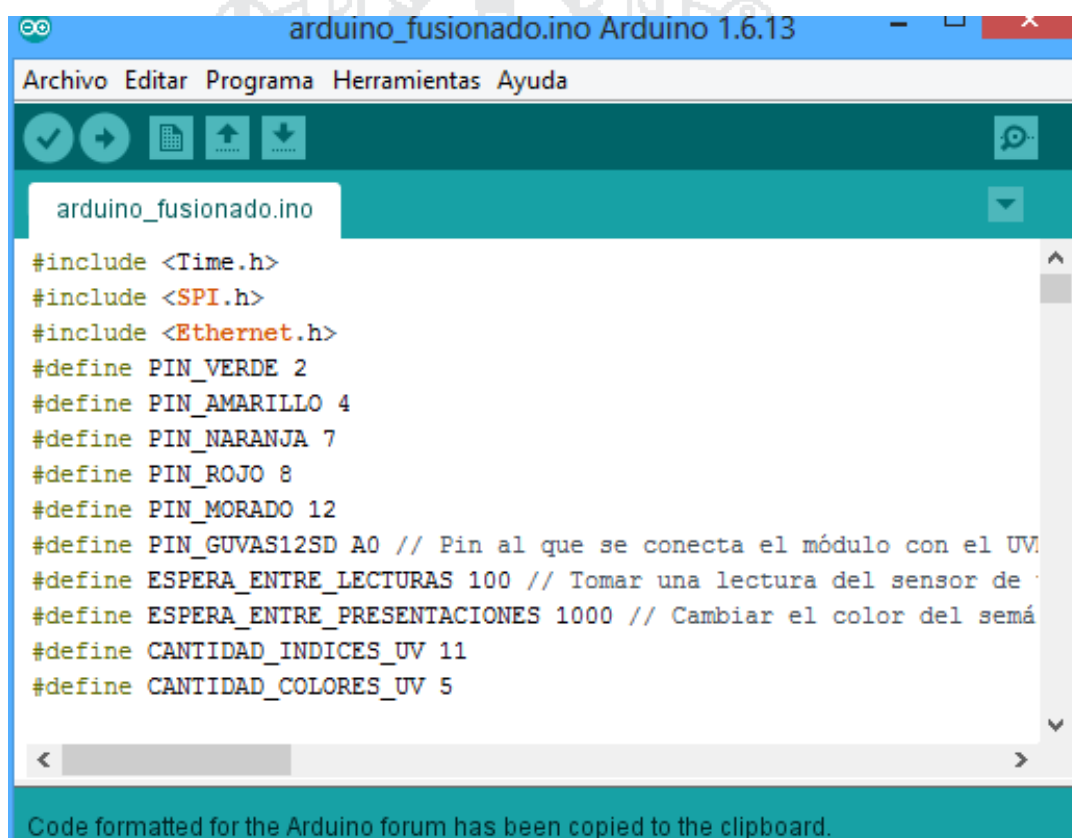
*Elaborado: Por el autor.*

#### 4.4.2. IMPLEMENTAR EL MÉTODO EN UN SEMÁFORO DE ÍNDICE UV

Utilizando el código de colores que publica la Organización Mundial de la Salud en la guía práctica sobre el índice UV se logra construir un sencillo montaje basado en Arduino (que puede ser muy portátil si se usa una placa Arduino

Mini, Arduino Micro, Arduino Nano) que encienda el LED del color correspondiente al índice UV detectado por el GUVVA-S12SD de un módulo UVM30A.

Para la realización del indicador de radiación ultravioleta se direcciona las entradas analógicas del módulo UV hacia unas salidas digitales direccionadas en los pines asignados.

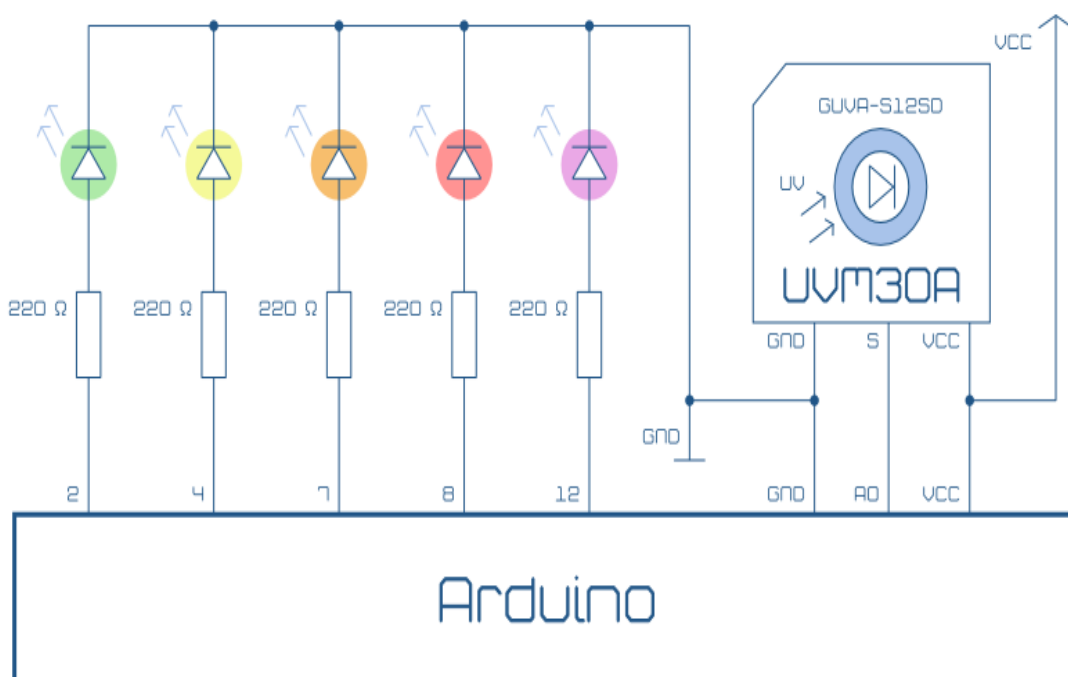


```
arduino_fusionado.ino Arduino 1.6.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
arduino_fusionado.ino
#include <Time.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#define PIN_VERDE 2
#define PIN_AMARILLO 4
#define PIN_NARANJA 7
#define PIN_ROJO 8
#define PIN_MORADO 12
#define PIN_GUVAS12SD A0 // Pin al que se conecta el módulo con el UV
#define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 100 // Tomar una lectura del sensor de
#define ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES 1000 // Cambiar el color del semá
#define CANTIDAD_INDICES_UV 11
#define CANTIDAD_COLORES_UV 5
Code formatted for the Arduino forum has been copied to the clipboard.
```

**Figura N° 34. Configuración de las salidas digitales para el sistema del semáforo.**

*Elaborado: Por el autor.*

Estos valores detectados y enviados de una señal analógica permiten visualizar los niveles de radiación en diferentes colores asignados a cada salida digital.

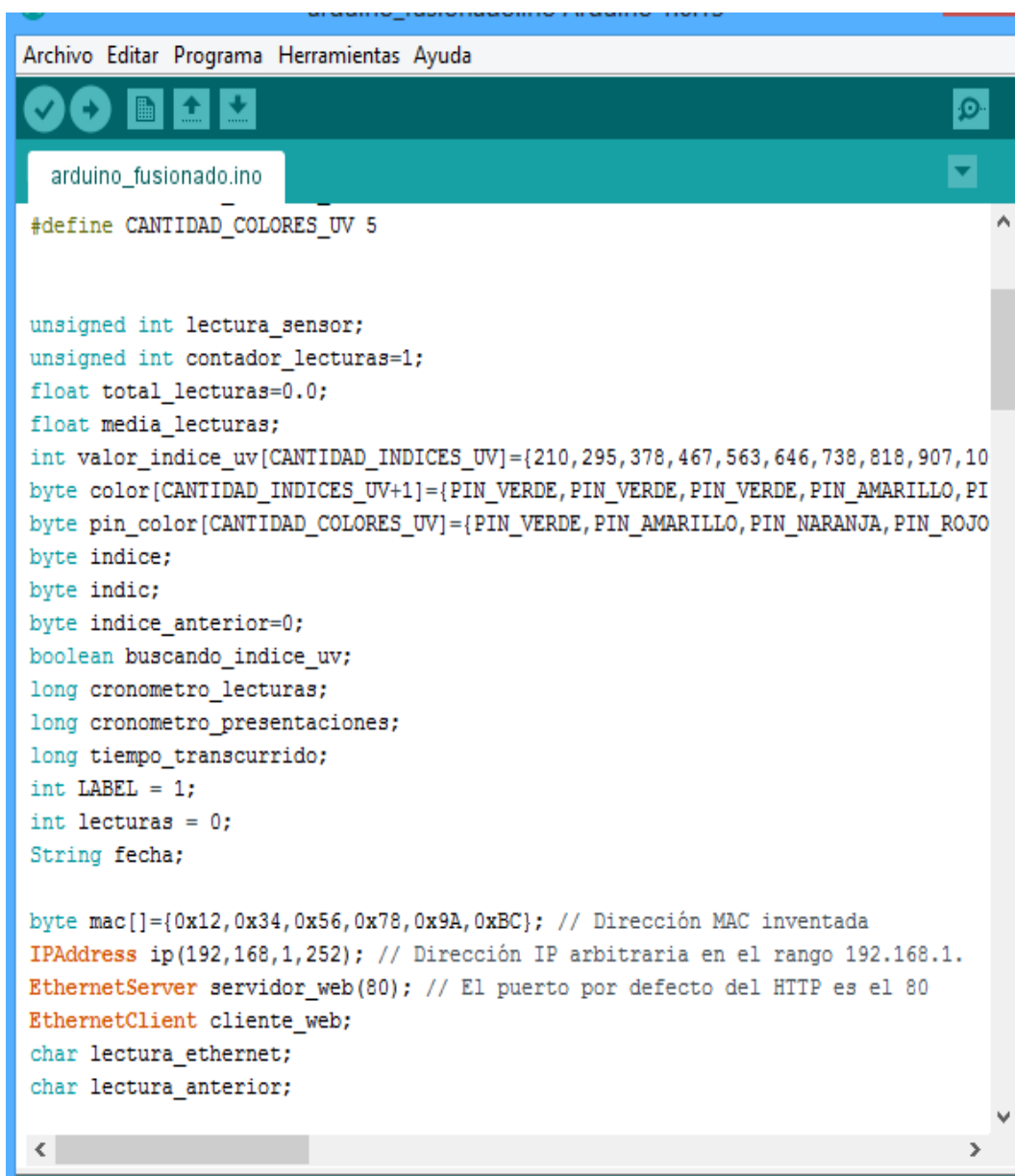


**Figura N° 35. Prototipo del circuito para el sistema de señalización.**

*Elaborado: Por el autor.*

En el diagrama se muestra la conexión usada para el código del ejemplo del solmáforo. El valor de las resistencias, rotulado como 220 Ω en el esquema, se sustituirá por el que corresponda a la tensión a la que deban trabajar los.

Indicamos los valores de acuerdo a los niveles de INDICE UV detectados dentro del rango de 1 a 11



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

arduino_fusionado.ino

#define CANTIDAD_COLORES_UV 5

unsigned int lectura_sensor;
unsigned int contador_lecturas=1;
float total_lecturas=0.0;
float media_lecturas;
int valor_indice_uv[CANTIDAD_INDICES_UV]={210,295,378,467,563,646,738,818,907,10
byte color[CANTIDAD_INDICES_UV+1]={PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PI
byte pin_color[CANTIDAD_COLORES_UV]={PIN_VERDE,PIN_AMARILLO,PIN_NARANJA,PIN_ROJO
byte indice;
byte indic;
byte indice_anterior=0;
boolean buscando_indice_uv;
long cronometro_lecturas;
long cronometro_presentaciones;
long tiempo_transcurrido;
int LABEL = 1;
int lecturas = 0;
String fecha;

byte mac[]={0x12,0x34,0x56,0x78,0x9A,0xBC}; // Dirección MAC inventada
IPAddress ip(192,168,1,252); // Dirección IP arbitraria en el rango 192.168.1.
EthernetServer servidor_web(80); // El puerto por defecto del HTTP es el 80
EthernetClient cliente_web;
char lectura_ethernet;
char lectura_anterior;
```

**Figura N° 36. Programación para la detección de acuerdo a los niveles de índice UV.**

*Elaborado: Por el autor.*

Para poder realizar el prototipo del semáforo desarrollamos un prototipo para poder visualizar los niveles de radiación a través de colores.



Figura N° 37. Prototipo del solmaforo.

Elaborado: Por el autor.

#### 4.4.3. INTRODUCIENDO LA FUNCION DE VOID LOOP

Después de crear una función `setup()`, que inicializa y establece los valores iniciales, la función `loop()` hace precisamente lo que su nombre sugiere, y loops

consecutivamente, permitiendo que su programa cambie y responda. Esta función se utiliza para controlar activamente la tarjeta Arduino.



```
arduino_fusionado.ino
}
void loop()
{
  //fecha=dimeFecha();
  indic=indice_uv();
  lecturas++;

  tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_lecturas;
  if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_LECTURAS)
  {
    cronometro_lecturas=millis();
    lectura_sensor=analogRead(PIN_GUVAS12SD);
    total_lecturas+=lectura_sensor;
    media_lecturas=total_lecturas/contador_lecturas++;
  }
  tiempo_transcurrido=millis()-cronometro_presentaciones;
  if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES)
  {
    cronometro_presentaciones=millis();
    buscando_indice_uv=true;
    indice=CANTIDAD_INDICES_UV;
    while(buscando_indice_uv&&indice>0)
    {
      indice--;
      if(media_lecturas>valor_indice_uv[indice])
      {
        buscando_indice_uv=false;
      }
    }
  }
}
```

**Figura N° 38. Programación de la función Void loop.**

*Elaborado: Por el autor.*

#### 4.4.4. FUNCION SERIAL.PRINT

Imprime los datos en el puerto serie como texto ASCII legible por el usuario. Este comando puede tomar muchas formas. Los números se imprimen utilizando un carácter ASCII para cada dígito. Los flotadores se imprimen de manera similar como dígitos ASCII, predeterminando a dos decimales. Los bytes se envían como un solo carácter. Los caracteres y cadenas se envían tal cual.



```
arduino_fusionado.ino
if(tiempo_transcurrido>ESPERA_ENTRE_PRESENTACIONES)
{
  cronometro_presentaciones=millis();
  Serial.print("Lectura sensor: "+String(media_lecturas,DEC));
  Serial.print(" Indice: ");
  Serial.print(indic);
  Serial.print(" (media de "+String(contador_lecturas,DEC)+"\n");

  //Serial.print("Indice: "+String(indic));
  //Serial.print(" Tension (mV): "+String(media_lecturas*COEFICIENTE_VOLTAJE,D
  contador_lecturas=1;
  total_lecturas=0.0;
}
Serial.print("DATA,DATE,");
Serial.print("TIME,");
Serial.print(String(media_lecturas,DEC));
Serial.print(",");
Serial.print(indic);
Serial.print(",");
Serial.println(lecturas);
delay(1000);
//Serial.println("Indice: "+String(indic,DEC));

cliente_web=servidor_web.available();
if(cliente_web)
{
  lectura_anterior=0; // Cualquier carácter que no sea \n para evitar malinter
  Serial.println(F("Se ha conectado un cliente")); // Monitorizar que el cuand
```

**Figura N° 39. Configuración del puerto serial.**

*Elaborado: Por el autor.*



#### 4.4.5. COMUNICACIÓN CON LA LIBRERÍA ETHERNET

##### 4.4.5.1. LIBRERÍA ETHERNET

Para manejar el Ethernet Shield usaremos la librería Ethernet, deberemos conocer todos los métodos que nos ofrece la librería para poder usarla.

La librería ethernet se compone de clases, cada una con sus métodos.

**Ethernet Class:** Inicializa la librería ethernet y las configuraciones de red.

- begin() – Inicializa la librería Ethernet (Constructor).
- localIP() – Obtiene la dirección IP. Útil al usar DHCP.
- maintain() – Solicita una renovación al servidor DHCP.
- IPAddress Class: trabaja con IPs locales y remotas.
- IPAddress() – Define una dirección IP.

**Server Class:** crea un servidor que puede mandar y recibir datos de los clientes conectados.

- Server() – Constructor de la clase server. No se usa directamente.
- EthernetServer() – Crea un servidor que escucha por las conexiones entrantes del puerto definido.
- begin() – Le dice al servidor que comience a escuchar.

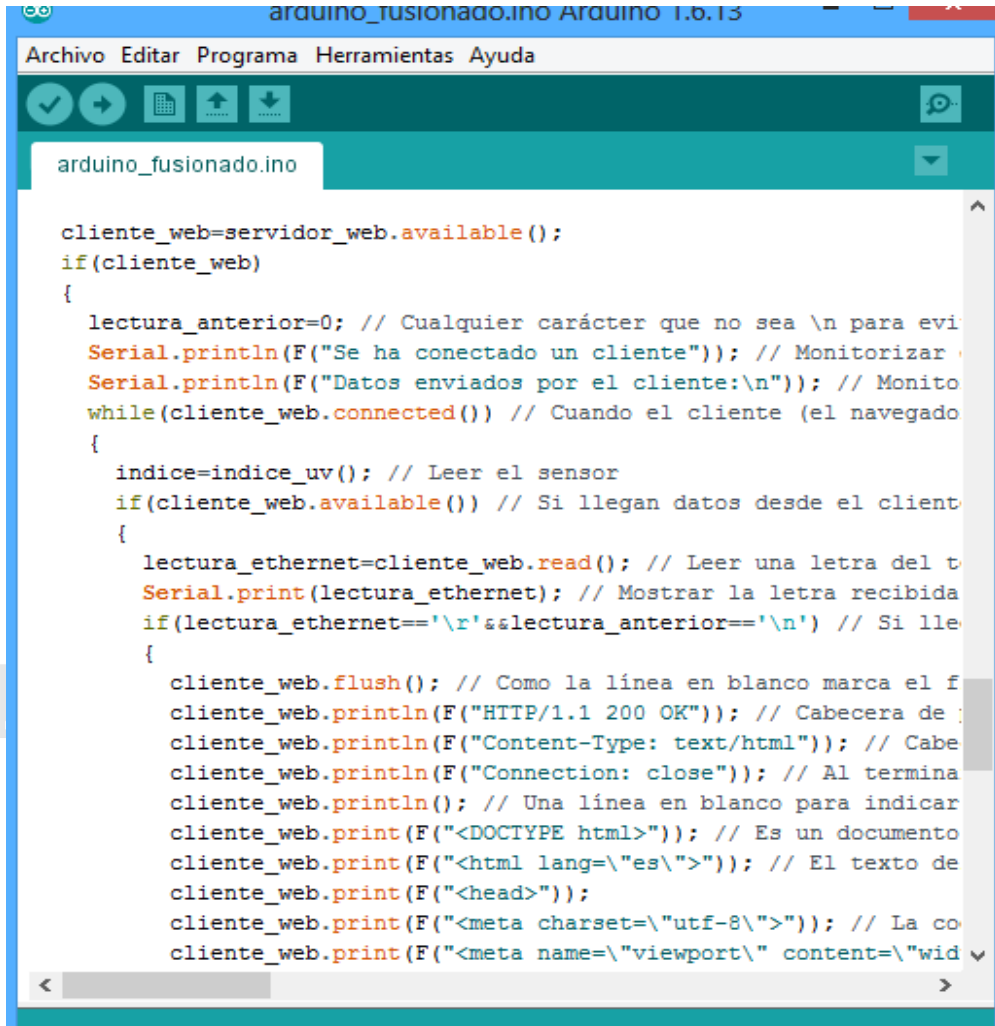
- available() – Devuelve el cliente que está conectado al servidor y tiene datos disponibles a leer.
- write() – Escribe datos a todos los cliente conectados al servidor.
- print() – Escribe datos a todos los cliente conectados al servidor.
- println() – Escribe datos a todos los cliente conectados al servidor seguido de una nueva línea.

**Client Class:** crea un cliente que se conecta a un servidor y puede mandar y recibir datos.

- Client – Constructor de la clase client. No se usa directamente.
- EthernetClient() – Crea un cliente que se conecta a una determinada IP y puerto.
- if (EthernetClient) – Indica si el cliente Ethernet está preparado.
- connected() – Devuelve si el cliente está o no conectado.
- connect() – Conecta a una IP y puerto especificado. Soporta DNS lookup. Devuelve unos códigos en función del éxito o fallo de la conexión.
- write() – Escribe datos al servidor al que está conectado.
- print() – Escribe datos al servidor al que está conectado.
- println() – Escribe datos al servidor al que está conectado, seguido de una nueva línea.

- available() – Devuelve el número de bytes disponibles para leer.
- read() – Lee el siguiente byte recibido desde el servidor.
- flush() – Borrar todos los bytes que han sido escritos en el cliente pero no leídos.
- stop() – Desconecta el cliente del servidor.

Utilizamos la librería Ethernet para realizar la comunicación mediante un enlace de CLIENTE\_WEB para así desarrollarlo mediante la configuración y los comandos de HTML, HTTP, para poder realizar el enlace con la RED y estos a su vez poder enviar los datos detectados del módulo UV hacia la red LAN conectada.



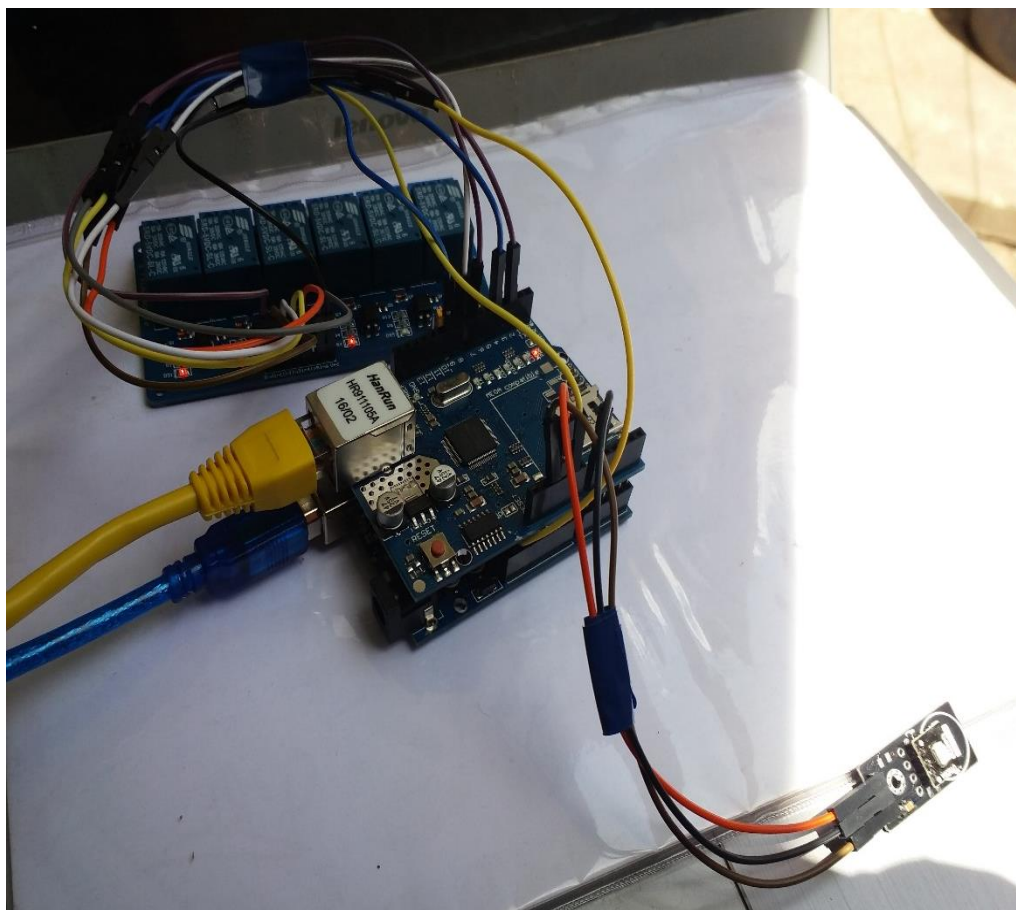
```

arduino_fusionado.ino
-----
cliente_web=servidor_web.available();
if(cliente_web)
{
  lectura_anterior=0; // Cualquier carácter que no sea \n para evi
  Serial.println(F("Se ha conectado un cliente")); // Monitorizar
  Serial.println(F("Datos enviados por el cliente:\n")); // Monito
  while(cliente_web.connected()) // Cuando el cliente (el navegado
  {
    indice=indice_uv(); // Leer el sensor
    if(cliente_web.available()) // Si llegan datos desde el client
    {
      lectura_ethernet=cliente_web.read(); // Leer una letra del t
      Serial.print(lectura_ethernet); // Mostrar la letra recibida
      if(lectura_ethernet=='\r' & lectura_anterior=='\n') // Si lle
      {
        cliente_web.flush(); // Como la línea en blanco marca el f
        cliente_web.println(F("HTTP/1.1 200 OK")); // Cabecera de
        cliente_web.println(F("Content-Type: text/html")); // Cabe
        cliente_web.println(F("Connection: close")); // Al termina
        cliente_web.println(); // Una línea en blanco para indicar
        cliente_web.print(F("<DOCTYPE html>")); // Es un documento
        cliente_web.print(F("<html lang=\"es\">")); // El texto de
        cliente_web.print(F("<head>"));
        cliente_web.print(F("<meta charset=\"utf-8\">")); // La co
        cliente_web.print(F("<meta name=\"viewport\" content=\"wid
  
```

**Figura N° 40. Programación con la librería Ethernet de Cliente web y servidor web.**

*Elaborado: Por el autor.*

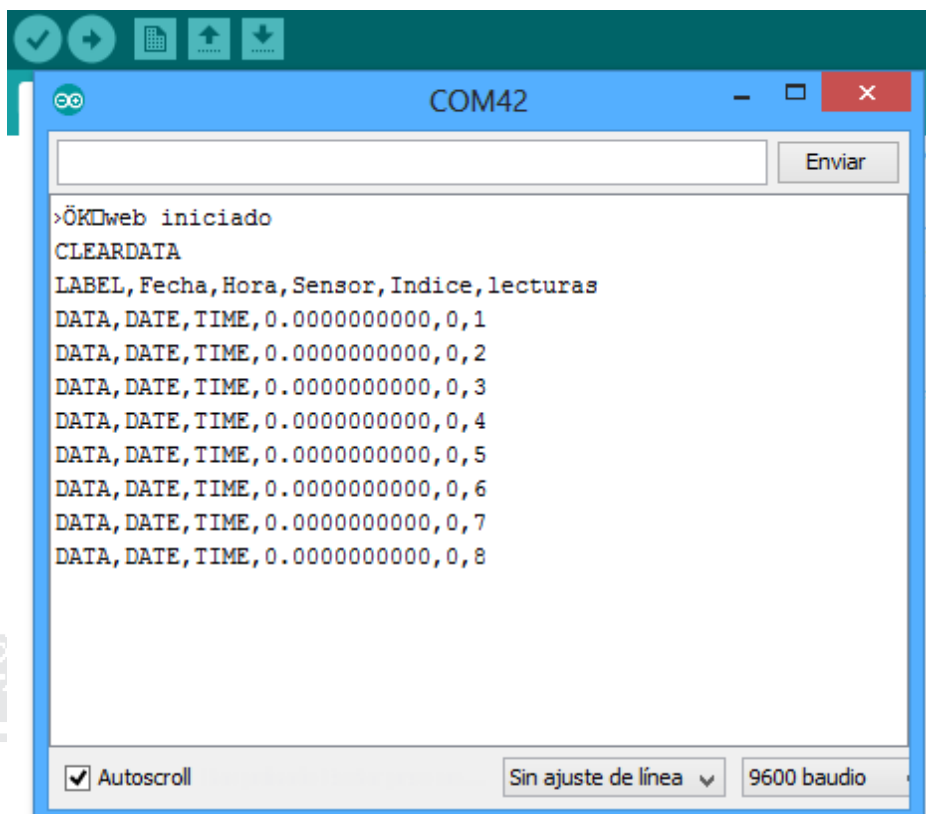
El proyecto se enlazara a la red mediante un ROUTER este direccionamiento se realizará mediante la dirección IP aplicada en la Red LAN donde se desarrolla el proyecto una vez direccionado a la red LAN por el puerto RJ 45 de la tarjeta de arduino ETHERNET para poder así ver en tiempo real los niveles de radiación ultravioleta detectados en la Escuela profesional de Ingeniería Electrónica.



**Figura N° 41: Sensor UV realizando la detección de Radiación UV.**

*Elaborado: Por el autor.*

Se realizó pruebas de verificación de estado indicando el valor de INDICE UV en el Software de Arduino. En donde se observa que los valores detectados se mantienen en cero "0".



```
>OKDweb iniciado
CLEARDATA
LABEL, Fecha, Hora, Sensor, Indice, lecturas
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 1
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 2
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 3
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 4
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 5
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 6
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 7
DATA, DATE, TIME, 0.0000000000, 0, 8
```

**Figura N° 42: Detección de INDICE UV cuando el sensor está en la sombra.**

*Elaborado: Por el autor.*

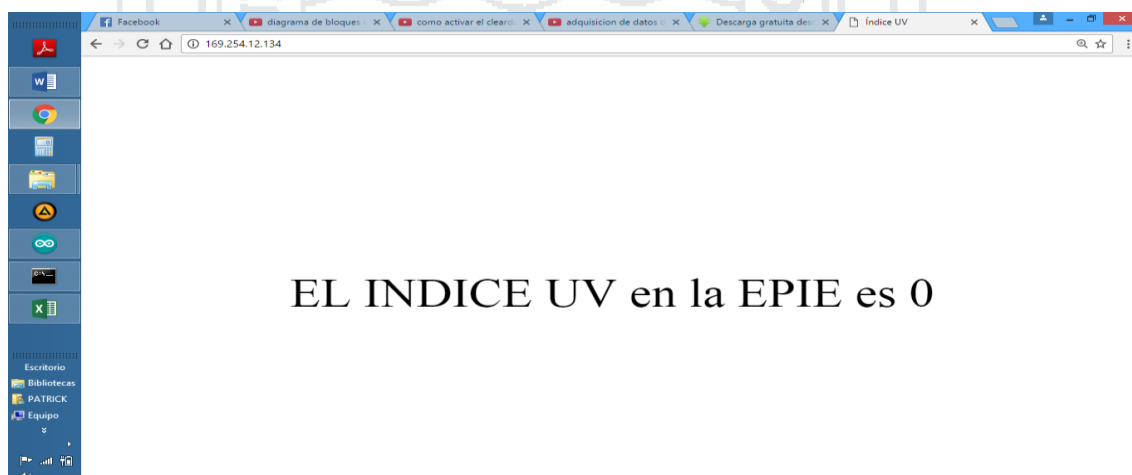
El siguiente cuadro indica los valores obtenidos en el transcurso del día indicando los valores de INDICE UV a partir de las 8:00 a.m. hasta las 4:00 p.m. en donde se detecta que los valores obtenidos por el sensor UV indica los niveles más altos a partir de las 11 a.m. y es por ende que se tiene que realizar una concientización hacia los estudiantes para que se pueda prevenir enfermedades causados por la excesiva exposición hacia la radiación solar en el lapso de esas horas.

FECHA	HORA	INDICE UV	RIESGO
27/12/2016	08:00 a.m.	6	<b>ALTO</b>
27/12/2016	09:00 a.m.	7	<b>ALTO</b>
27/12/2016	10:00 a.m.	9	<b>MUY ALTO</b>
27/12/2016	11:00 a.m.	9	<b>MUY ALTO</b>
27/12/2016	12:00 p.m.	10	<b>MUY ALTO</b>
27/12/2016	01:00 p.m.	11	<b>EXTREMO</b>
27/12/2016	02:00 p.m.	9	<b>MUY ALTO</b>
27/12/2016	03:00 p.m.	8	<b>MUY ALTO</b>
27/12/2016	04:00 p.m.	6	<b>ALTO</b>

**Figura N° 43: Detección de INDICE UV durante todo un día.**

*Elaborado: Por el autor.*

Para poder visualizar los valores detectados en la WEB se realiza el enlace con la dirección IP que se le asigna al arduino y esta dirección IP tiene que estar en el rango de la RED LAN.



**Figura N° 44: Valores de INDICE UV indicados en la WEB.**

*Elaborado: Por el autor.*

## CONCLUSIONES

**Primero:** Los niveles de radiación Ultravioleta actuales hoy en día son muy elevados y por lo cual requiere de un sistema de señalización Ultravioleta para así reducir los daños ocasionados por los altos niveles de Índices UV puesto que es causante principal de enfermedades como el cáncer a la piel y otros efectos negativos que son perjudiciales para los estudiantes de la EPIE. En el proyecto se diseñó un sistema de señalización utilizando un sensor que mide los niveles de radiación ultravioleta y así poder prevenir los efectos que ocasiona los altos niveles de radiación ultravioleta hacia los estudiantes de la EPIE.

**Segundo:** En el presente proyecto se pudo analizar el funcionamiento del sensor en donde indica valores reales en cuanto a la radiación ultravioleta detectada en las diferentes horas del día y se detectó que los niveles de radiación ultravioleta son más altos en los horarios del medio día.

**Tercero:** Se diseñó y se implementó un sistema de señalización en el cual los valores obtenidos del sensor óptico se clasificaron de acuerdo al nivel y estos indicados en un sistema de señalización donde indica los niveles en colores y así prevenir los efectos de la radiación solar para los estudiantes de la EPIE.



## RECOMENDACIONES

**Primero:** Se recomienda hacer la implementación de este proyecto de señalización de radiación ultravioleta en la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de tal manera que se pueda evitar lesiones y enfermedades producidas por los altos niveles de radiación UV. Se recomienda tener presente cada detalle del programa para que esta sea más eficiente, al mismo tiempo se recomienda hacer algún tipo de modificación si fuese el caso.

**Segundo:** Es importante que se tenga en consideración las pruebas realizadas de acuerdo a los niveles detectados de índice UV, puesto que se pueden generar perturbaciones en el elemento primario. Se recomienda en posteriores investigaciones acerca del presente trabajo tomar en cuenta este aspecto.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Ayuso, A., Santos, J. B., Franco, J. A., & de Miguel Castrillo, A. (2002). Sensores de medida de la radiación solar. *Era solar: Energías renovables*, (106), 52-59.
- Badamasi, Y. A. (2014, September). The working principle of an Arduino. In *Electronics, Computer and Computation (ICECCO), 2014 11th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- Bolzi, C. G., Martínez Bogado, M. G., Tamasi, M. J. L., Grossi Gallegos, H., & Righini, R. (2008). Desarrollo de radiómetros fotovoltaicos de bajo costo en la CNEA. In *Actas del IX Congreso Panamericano de Iluminación Luxamérica*.
- CASTRO RAFAILE, E. L. I. S. E. O. (2013). Variaciones Estacionales De Índice Y Dosis Ultravioleta (Uv) En La Microestación Meteorológica Unt Durante Los Años 2011-2012.
- Driscoll, F. F. (1999). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. Pearson Educación.
- Felicísimo, A. M., & Fernández, G. (1999). Estimación de la radiación solar incipiente sobre superficies con pendiente y orientación variable. *Estudia Oecologica V*, 267-284.
- Fernández-Fernández, O., Álvarez-Cermeño, J. C., Arbizu-Urdiain, T., Arroyo-González, R., Arnal-García, C., Casanova-Estruch, B., & De las Heras, V. (2011). Revisión de las novedades presentadas en el XXVI Congreso del Comité Europeo para el Tratamiento e Investigación en Esclerosis Múltiple (ECTRIMS)(I). *Rev Neurol*, 52(4), 227-238.

- Guillén, H. (7 de 2 de 2012). Luz roja al solmáforo. Recuperado el 1 de 6 de 2012, de <http://www.voltairenet.org/Luz-roja-al-solmaforo>. el físico y fisiólogo alemán tuvo la idea de explorar la franja oscura cercana al violeta y descubrió que el efecto fotoquímico buscado se producía, incluso con más intensidad.
- González-Púmariega, M., Tamayo, M. V., & Sánchez-Lamar, Á. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria*, 18(2), 69-80.
- HaRtman, R. (2014). Cómo mejorar la prevención y detección del cáncer en Chile.
- IEPNSSCJ. (Abril de 2011). El Índice Ultravioleta Solar y la conducta preventiva de la salud de niños y adolescentes. (H. Salazar, Recopilador) Huaraz: NSSCJ. El descubrimiento de la radiación ultravioleta está asociado a la experimentación del oscurecimiento de las sales de plata al ser expuestas a la luz solar.
- Laichao, G. A. O., Jinyang, R. U. A. N., & Chao, L. U. (2014). Timing Control and Light Intensity Measurement System of Ultraviolet. *Chinese Journal of Electron Devices*, 4, 023
- Lema Puruncaja, C. E., & Zuleta Mediavilla, D. P. (2015). Solmáforo (Semáforo Solar): modelo ambiental de alerta por exposición a la radiación solar en Quito.
- Marín, M. J., Esteve, A. R., Tena, F., Utrillas, M. P., & Martínez-Lozano, J. A. (2007). Dependencia del UVI con el ozono y la turbiedad en Valencia. *Óptica Pura y Aplicada*, 40, 25-30.
- Maza, S. (2008). Energía solar fotovoltaica.

- Organización Mundial de la Salud (2003). «Índice UV solar mundial. Guía práctica.» (pdf). Consultado el 27 de septiembre de 2009.
- Pasteur, L. (1997). La génesis del uso de las radiaciones en la medicina. *Colombia Médica*, 28(1).
- PÉREZ GARCÍA, A. L. E. X. A. N. D. R. E. (2012). Desarrollo de un sistema electrónico de control basado en Arduino (Doctoral dissertation).
- Raffino, R. A., & Nielsen, A. E. (1993). INKA, Arqueología, historia y urbanismo del Altiplano Andino.
- Rivas, M., Rojas, E., & Madronich, S. (2008). Aumento del índice solar ultravioleta con la altura. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 16(2), 383-388.
- Rodríguez, Á., & Figueredo, J. (2016). Selection and implementation of a prototype weather station using IoT and tools Google Selección e implementación de un prototipo de estación meteorológica aplicando IoT y herramientas Google. *Actas de Ingeniería*, 2, 219-225.
- Romaní, F., Ramos, C., Posso, M., Rúa, O., Rojas, J., Siccha, M., ... & Ramírez, F. (2005). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre protección solar en Internos de Medicina de cinco hospitales generales de Lima y Callao. *Folia dermatol. Perú*, 16(2), 61-66.
- Sánchez, F. (2006). Consideraciones sobre la capa de ozono y su relación con el cáncer de piel. *Revista médica de Chile*, 134(9), 1185-1190.
- Santamaría, G., & Castejón, A. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Editex.

Sliney, David H. (2003). «Radiación Ultravioleta». Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT 49: 49.7. Consultado el 28 de febrero de 2016. Demostró las propiedades antirraquíticas de la luz ultravioleta, que hoy día suponen uno de sus principales efectos terapéuticos. Además de utilizarse por sus efectos bactericida y antirraquítico, la radiación UV se emplea actualmente en el tratamiento de algunos procesos cutáneos, como la psoriasis.

Sordo, C., & Gutiérrez, C. (2013). Cáncer de piel y radiación solar: experiencia peruana en la prevención y detección temprana del cáncer de piel y melanoma. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 30(1), 113-117.

Villafane, V. E., Helbling, W. E., & Lazzaro, X. (2013). Efectos de la radiación ultravioleta en el plancton del lago Titicaca: una base de datos necesaria para inferir el impacto del cambio global en lagos de altura.

(ZANESCO, 1991) Protocolos para el análisis de medidores de radiación ultravioleta. En nuestra región no poseemos la tecnología para desarrollar este tipo de sensores, por lo que se pensó en remplazarlo por elementos que se pueden adquirir en una casa de electrónica.

ZUNIGA ANDRADE, E. La estructura y el comportamiento de la atmosfera (1998).



**ANEXOS**

## INVERSIONES PARA LA INVESTIGACIÓN

INVERSIONES				
Código	Cantidad	Descripción	Costo Unidad S/.	Costo total S/.
1	01	Computadora (Para realizar la programación y el enlace con el Arduino)	1700.00	1700.00
2	01	Arduino SHEILD ETHERNET	80.00	80.00
3	01	Arduino UNO	70.00	70.00
4	01	Relés Optoacopladores 6 Entradas	45.00	45.00
5	01	Router	55.00	55.00
6	15	Jumper	1.00	15.00
7	05	Lámparas Light de Colores	9.00	45.00
8	15 metros	Cable bipolar	3.50	52.50
9	05	Socket	2.00	10.00
10	5 metros	Cable Ethernet	3.00	15.00
11	1 ciento	Material bibliográfico	15.00	15.00
12	6 meses	Internet para la Investigación		150.00
<b>Total</b>			<b>1983.50</b>	<b>2252.00</b>

*Tabla N° 2. Inversiones para la investigación.*

*Elaborado: Por el autor.*

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	2015					2016			
	Enero	Noviembre	Diciembre	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Diciembre	Enero
Presentación del perfil de proyecto	■								
Aprobación del proyecto de investigación	■								
Estudio del estado y los Niveles de Radiación Ultravioleta en la EPIE		■							
Diseño del prototipo			■						
Implementación del prototipo (pruebas diversas)			■	■	■	■			
Diseño del circuito electrónico						■			
Desarrollo del proyecto de investigación						■	■	■	
Presentación del borrador del proyecto de investigación								■	
Aprobación el proyecto de investigación								■	
Sustentación del proyecto de investigación									■

*Tabla N° 3. Cronograma de actividades.*

*Elaborado: Por el autor.*





30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:21 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:22 a.m.	9	MUY ALTO
30/12/2016	10:22 a.m.	9	MUY ALTO

**Tabla N° 4. Valores Obtenidos en el lapso de un minuto.**

*Elaborado: Por el autor.*