

SENSOR DE GAS METANO PARA MINAS DE CARBON

CRISTIAN CAMILO CARVAJAL RODRIGUEZ

JUAN MARTIN MORA SANDOVAL

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

TECNOLOGIA EN ELECTRONICA

GIRARDOT

AGOSTO 22 DE 2011

SENSOR DE GAS METANO PARA MINAS DE CARBON

CRISTIAN CAMILO CARVAJAL RODRIGUEZ

JUAN MARTIN MORA SANDOVAL

DOCENTE A CARGO

Ing. MAURICIO CONTRERAS

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

TECNOLOGIA EN ELECTRONICA

GIRARDOT

AGOSTO 22 DE 2011

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

JURADO

DEDICATORIAS

Este proyecto está dedicado a toda mi familia y a todas las personas que han creído en mí, me han colaborado y apoyado para la realización de mis logros hasta este momento. Igualmente le doy gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta acá, y pedirle que me permita seguir avanzando en la realización de mis estudios para poder cumplir con todas mis metas.

CRISTIAN CAMILO CARVAJAL R.

Este trabajo lo dedico a Dios por haberme dado la fortaleza y persistencia para cumplir muchas de mis metas por haberme dado unos padres responsables; también va dedicado a mis padres y hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente para culminar este proyecto, a los ingenieros de la universidad MINUTO DE DIOS por todo el apoyo y enseñanzas que nos pudieron ofrecer, y a todas aquellas personas que directa o indirectamente nos han apoyado.

JUAN MARTIN MORA SANDOVAL

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que de forma directa e indirecta colaboraron con nuestra formación académica y personal contribuyendo de manera progresiva para formarnos como excelentes personas y profesionales en nuestra sociedad. Especialmente a los ingenieros Armando Darío Tovar, Mauricio contreras, Edwin palacios y Oscar Díaz.

Al Ing. Mauricio contreras, darle las gracias, por todo el apoyo que recibimos de su parte para la realización de este proyecto asesorándonos de manera desinteresada en todos los aspectos relacionados con el mismo, a nuestra familia la cual nos apoyó de manera incondicional y en general a todo el grupo de la universidad Uniminuto, por su noble labor social, de la cual hemos sido partícipes día a día.

CONTEIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1 DESCRIPCION DEL AREA PROBLEMÁTICA.....	8
1.2 LINEA DE INVESTIGACION.....	8
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	8
2. JUSTIFICACION.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
4. MARCO DE REFERENCIAS.....	11
4.1 MARCO LEGAL.....	11
4.2 MARCO TEORICO.....	12
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	14
5. METODOLOGIA.....	27
5.1 PARTICIPANTES.....	27
5.2 MATERIALES.....	27
5.3 PROCEDIMIENTO.....	28
5.4 CÓDIGOS FUENTE DEL PROGRAMADOR.....	29
6. BIBLIOGRAFIA.....	35
7. ANEXOS.....	36

INTRODUCCION

El petróleo, el gas y el carbón son hoy en día los minerales fósiles más utilizados para obtener energía, o como combustibles para vehículos, hogares, industrias, etc. El carbón es de gran importancia en varios países para generar energía detrás del petróleo y por consiguiente se convierte en un gran generador de empleo , este mineral se encuentra bajo tierra en la mayoría de los casos y también existen yacimientos al aire libre.

Tras su importancia energética también esta los beneficios económicos; y es por esta razón es que existen en el mundo innumerables minas de explotación de carbón la gran mayoría sin licencias y por ende con fallas en sus sistemas de seguridad. En una mina de carbón es de gran importancia estar pendiente de la estructura del socavón, de las herramientas con que están dotados los trabajadores, y algo de gran importancia la concentración de gases. Este último, los gases, son los causantes de grandes tragedias mineras alrededor del mundo, por ser subterráneas carecen de ventilación natural, permitiendo que haya concentraciones de varios gases tanto tóxicos como explosivos, entre estos gases se pueden encontrar metano, etano, dióxido de carbón, nitrógeno, argón, helio e hidrogeno. Siendo el gas metano el más peligroso por su alto nivel toxico y explosivo.

Por lo mencionado anteriormente, es de vital importancia implementar en las minas un sistema de ventilación, el cual permita reducir las concentraciones de gases, además utilizar sistemas de dotados de sensores que nos permita saber que niveles de gas se encuentran en el área de trabajo.

Colombia uno de los muchos países productores de carbón, no está exento de estos accidentes; por un lado no se utiliza tecnologías para este oficio y por otro los controles y ayudas del gobierno son pocas, además hay que concientizar a los empresarios que hay que velar por la seguridad e integridad de los mineros quienes son los que arriesgan sus vidas para poder extraer el material.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL AREA PROBLEMÁTICA

Debido a la gran importancia de la minería en Colombia, especialmente la del carbón, la cual proporciona un gran beneficio económico para el país; existen numerosas minas formales como informales dedicadas a esta clase de explotación.

Las condiciones laborales a las cuales están sometidos los trabajadores son extremas debido a que la mayoría de las minas son subterráneas y por ende existen peligros de clase ambiental, los cuales pueden ocasionar accidentes laborales que pueden ser mortales.

Las minas de carbón poseen en su interior una variada cantidad de gases, los cuales pueden influir de manera diferente pero peligrosa en el trabajo minero.

En las minas se trabaja con un método de ventilación, el cual busca regular concentraciones de gases dentro de la misma, pero no se miden de manera adecuada ni teniendo en cuenta la integridad del trabajador. El metano es el gas más abundante dentro de las minas, este gas puede ocasionar problemas de intoxicación y por su alta explosividad es considerado como una de las mayores causas de accidentes y muertes dentro del ámbito de la minería del carbón.

1.2 LINEA DE INVESTIGACION

Diseño e implementación de sistemas de control industrial

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo detectar la concentración de gas metano en una mina de carbón subterránea?

2. JUSTIFICACION

La minería es un oficio que deja grandes regalías para los empresarios, pero uno de los más peligrosos para los que lo ejercen, por la atmosfera extrema que se encuentra dentro de las minas, con altas concentraciones de gases, por las altas temperaturas, la humedad y el peligro de derrumbes. Por estas razones es de vital importancia tener sistemas de seguridad que cumplan con los reglamentos de minería que tiene cada gobierno, el cual permite que los trabajadores estén seguros en sus trabajos en las entrañas de la tierra.

A pesar de la gran cantidad de accidentes en esta labor no hay estadísticas globales ni nacionales confiables, porque gran cantidad de los accidentes se mantienen en silencio. Con el fin de reducir la probabilidad de accidentes nace la idea de realizar este proyecto, un detector de gas metano para minas de carbón; el cual servirá como una herramienta más, para ayudar con la seguridad de los mineros, por esta razón el circuito estará compuesto por componentes de bajo costo pero confiable en su funcionamiento, además será de fácil manejo y entendimiento. El gas metano es uno de los más peligrosos que se encuentran en el interior de una mina por su nivel toxico y explosivo; una explosión de este gas en el interior de la mina hace que el polvo de carbón se quemé, haciendo que todos los que estén dentro de la mina estén en riesgo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de dispositivo de apoyo, para la seguridad en minas de carbón subterráneas.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evitar explosiones e intoxicaciones por altas concentraciones de gas metano en interior de las minas.
2. Desarrollar un producto con materiales de bajo costo, que garanticen la eficiencia del mismo.
3. El producto a desarrollar será de fácil manejo y entendimiento para el usuario.

4. MARCO DE REFERENCIAS

4.1 MARCO LEGAL

TITULO II

VENTILACION

CAPITULO II

Disposiciones especiales para minas grisutuosas.

Artículo 36.

1. Las concentraciones máximas permitidas de metano a partir de las cuales se deben suspender los trabajos en tales sitios, serán las siguientes:

Sitio Porcentaje (%)

Máximo permisible De metano.

- a) En labores o frentes de explotación 1.0
- b) En los retornos principales de aire 1.0
- c) En el retorno de aire de los tajos 1.5
- d) En el retorno de aire de los frentes 1.5
- e) De preparación y desarrollo 1.5

2. Los lugares en donde se ha detectado una concentración de metano igual o mayor de dos por ciento (2%), deben ser evacuados de inmediato por el personal que labore en estos frentes. El personal de estas labores no puede ingresar a los frentes de trabajo, hasta tanto no se haya diluido el metano por debajo de los límites máximos permisibles establecidos.

Parágrafo. Sin perjuicio de lo que establece el numeral 2 de este artículo, a estos lugares puede ingresar personal especializado de salvamento y supervisión para

llevar a cabo los trabajos para dilución del metano a los límites máximos permisibles.

3. En vías subterráneas donde haya cable eléctrico desnudo para el movimiento de locomotoras Trolley, no se conducirán corrientes de ventilación con contenido de metano superior al cero punto tres por ciento (0.3%). En este caso las líneas de contacto deben estar suficientemente alejadas del techo, mínimo 50 centímetros.

Artículo 37. Para las labores clasificadas en las Categorías II y III se deben cumplir las siguientes medidas:

d) El aire de retorno de frentes con ventilación auxiliar, sólo puede conducirse a frentes o tajos de explotación sino contiene más de cero punto cinco por ciento (0.5%) de metano (CH₄);

Artículo 39. La presencia del uno por ciento (1%) o más de metano, cualquiera que sea el sitio bajo tierra se define como una acumulación de metano.

4.2 MARCO TEORICO

En un mundo tan industrializado como el que estamos viviendo en donde muchas de las formas laborales dependen de los conocimientos que tengamos a cerca de los diferentes temas relevantes para el desarrollo del planeta y del mejoramiento de la calidad de vida humana debemos conocer sobre el tema minero, cuáles son sus ventajas y sus desventajas frente al desarrollo industrial, natural y humano del país.

El trabajo en las minas de carbón es variado pues hay muchos factores a tener en cuenta a la hora de extraer el carbón del socavón donde se encuentra. Existen diferentes derivaciones del carbón algunas con más utilidad que otras pero todas de gran importancia para la industria mundial.

Los diferentes tipos de carbón se clasifican según su contenido de carbono puro. La turba, la primera etapa en la formación de carbón, tiene un bajo contenido de carbono fijo y un alto índice de humedad. El lignito, el carbón de peor calidad, tiene un contenido de carbono menor. El carbón bituminoso tiene un contenido aún mayor, por lo que su poder calorífico también es superior. La antracita es el

carbón con el mayor contenido en carbono y el máximo poder calorífico. La presión y el calor adicionales pueden transformar el carbón en grafito, que es prácticamente carbono puro. Además de carbono, el carbón contiene hidrocarburos volátiles, azufre y nitrógeno, así como diferentes minerales que quedan como cenizas al quemarlo.

Ciertos productos de la combustión del carbón pueden tener efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Al quemar carbón se produce dióxido de carbono entre otros compuestos, debido al uso extendido del carbón y otros combustibles fósiles (como el petróleo), la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre podría aumentar hasta el punto de provocar cambios en el clima de la Tierra. El carbón se encuentra en casi todas las regiones del mundo, pero en la actualidad los únicos depósitos de importancia comercial están en Europa, Asia, Australia y América del Norte.

EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA

Este tipo de explotación se realiza cuando el mineral se encuentra a grandes profundidades se cavan pozos hasta llegar a la veta y después una galería para extraerlo. Para ventilar este tipo de explotación se utiliza un método que consiste en comunicar entre sí estos pozos para que los gases que emana el carbón salgan al exterior y no se produzcan explosiones. De igual manera existen diferentes dispositivos de seguridad capaces de detectar los diferentes gases que se encuentran dentro de la mina y así contrarrestar los efectos que estos puedan acarrear contra la salud de los trabajadores estos dispositivos son en la actualidad muy importantes dentro de un sistema general de seguridad industrial para minas de carbón subterráneas . Para evitar que la mina se hunda se le pone pilares en cada capa y cuando ya se ha terminado se provoca el derrumbe. Para transportar el material se hace por medio de vagonetas en las instalaciones y si la explotación minera está más modernizada se hace por medio de bandas transportadoras y elevadores. El carbón siempre sale con materiales que dificultan su utilización y disminuye su calidad con respecto al poder calorífico del mismo. Para limpiarlo se utilizan medios físicos como la trituración y el lavado.

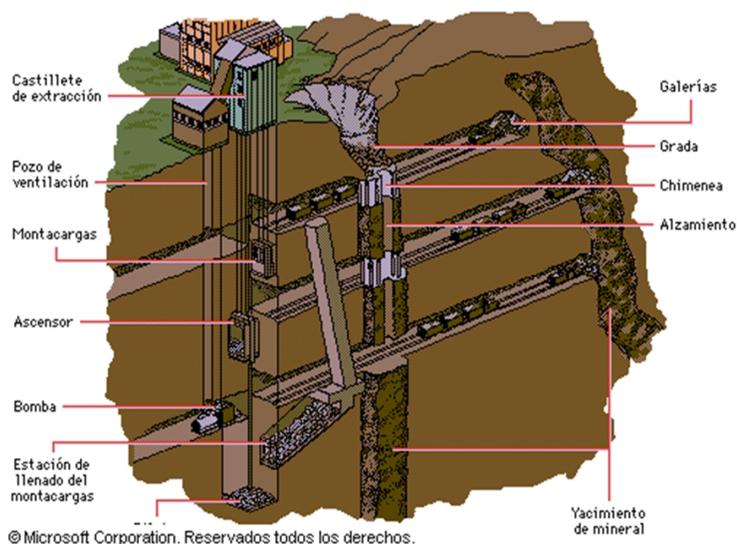
Las minas subterráneas se abren en zonas con yacimientos minerales prometedores. El pozo es la perforación vertical principal empleado para el acceso de las personas a la mina y para sacar el mineral. Un sistema de ventilación situado cerca del pozo principal lleva aire fresco a los mineros y evita la acumulación de gases peligrosos. Un sistema de galerías transversales conecta el yacimiento de mineral con el pozo principal a varios niveles, que a su

vez están conectados por aberturas llamadas alzamientos. Las gradas son las cámaras donde se extrae el mineral.

Seguridad e higiene

- Ventilación. Se instalan sistemas de ventilación capaces de mantener un porcentaje mínimo de gas inflamable (grisú) a niveles que no sea posible dicha inflamación.
- Derrumbamientos. Adoptar el mejor método de explotación, apuntalando las diversas capas para evitar que se derrumbe.
- Tecnología. Utilizar maquinaria avanzada, transporte automático, sistemas de seguridad.
- Personal y equipo. Tener un personal cualificado para esta tarea y tener el material necesario y equipos de salvamento junto con personal de sanitario.

figura1.

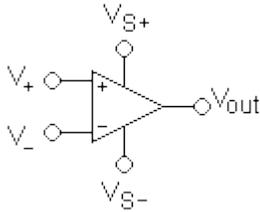


4.3 MARCO CONCEPTUAL

1. Amplificador operacional

Un amplificador operacional es un circuito electrónico (normalmente se presenta como [circuito integrado](#)) que tiene dos entradas y una salida. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor de ganancia $V_{out} = G \cdot (V_+ - V_-)$

Símbolo



Los terminales son:

4. V_+ : entrada no inversora
5. V_- : entrada inversora
6. V_{OUT} : salida
7. V_{S+} : alimentación positiva
8. V_{S-} : alimentación negativa

2. Carbón

El carbón o [combustible fósil](#) Minera. Es una [roca sedimentaria](#) de color negro, muy rica en [carbono](#), utilizada como Suele localizarse bajo una capa de [pizarra](#) y sobre una capa de [arena](#) y [arcilla](#)

Tipos de carbón

Existen diferentes tipos de carbones minerales en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal que originó el carbón. Estos van desde la [turba](#), que es el menos evolucionado y en que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la [antracita](#) que es el carbón mineral con una mayor evolución. Esta evolución depende de la edad del carbón, así como de

la profundidad y condiciones de presión, temperatura, entorno, etc., en las que la materia vegetal evolucionó hasta formar el carbón mineral.

El rango de un carbón mineral se determina en función de criterios tales como su contenido en materia volátil, contenido en carbono fijo, humedad, [poder calorífico](#), etc. Así, a mayor rango, mayor es el contenido en carbono fijo y mayor el poder calorífico, mientras que disminuyen su humedad natural y la cantidad de materia volátil. Existen varias clasificaciones de los carbones según su rango. Una de las más utilizadas divide a los carbones de mayor a menor rango en:

9. [Antracita](#)
10. Bituminoso bajo en volátiles
11. Bituminoso medio en volátiles
12. Bituminoso alto en volátiles
13. Sub-bituminoso
14. [Lignito](#)
15. [Turba](#)

3. Grisú

El **grisú** es un [gas](#) que puede encontrarse en las minas subterráneas de [carbón](#), capaz de formar atmósferas explosivas.

Propiedades

Desde el punto de vista de la seguridad en las minas subterráneas de carbón, las propiedades más importantes del grisú son su inflamabilidad y su densidad y están dadas por el componente principal, el metano.

En cuanto a la inflamabilidad la mezcla de metano y aire es explosiva entre el 5% y el 15%, [límite inferior de explosividad](#) (LIE) y [límite superior](#) (LSE), respectivamente. Por encima del 15% la mezcla arde pero sin explotar.

Con respecto a la densidad, el metano es más ligero que el aire, con lo cual puede flotar sobre él. En condiciones de baja velocidad de la ventilación, el grisú puede acumularse en las zonas más altas de las galerías en concentraciones

inflamables. A altas velocidades el grisú se mezcla con el aire no siendo posible su separación posterior debido a la diferencia de densidades.

El grisú en la mina

Cuando se crea un hueco en el interior de la mina, se produce una zona de relajación de presiones alrededor del hueco, que a su vez está rodeada por otra zona de sobrepresiones.

Estos cambios originan la aparición de fracturas en ambas zonas, permaneciendo abiertas únicamente las presentes en la zona distendida. Si en esta zona existe carbón con grisú, éste fluirá hacia el hueco. En primer lugar lo hará el gas libre de las fisuras. Y después, el gas adsorbido se desplaza lentamente hacia las fisuras y de ellas al hueco. Este fenómeno se denomina desgasificación.

Cuando se arranca el carbón éste suele estar parcialmente desgasificado y continúa desgasificándose mientras se transporta hacia el exterior.

La velocidad con que se desgasifica depende de diversos factores como la granulometría del carbón, la temperatura y la composición del grisú.

Cuando el grisú llega al hueco se diluye en la atmósfera presente en el mismo, mezclándose con el aire de la [ventilación](#).

Explosiones

En caso de producirse una explosión de grisú, las consecuencias pueden ser catastróficas en pérdidas de vidas humanas y materiales. Además, una explosión de grisú puede iniciar una explosión de polvo de carbón, de consecuencias mucho más catastróficas.

Una explosión de grisú se desarrolla como una onda de choque (un aumento repentino de presión) seguido de un frente de reacción (una llama). En el caso de que exista polvo de carbón depositado en las paredes de las galerías, la onda de choque provoca que el polvo se ponga en suspensión en la atmósfera, incendiándose con el paso de la llama y provocando una explosión de polvo de carbón. Esta explosión progresará por las partes de la mina donde haya suficiente polvo de carbón depositado en las paredes. La mayor catástrofe minera en Europa ocurrió en Francia el [10 de marzo](#) de [1906](#), en la denominada [Catástrofe de Courrières](#). Oficialmente murieron 1099 personas, debido a una explosión de

polvo de carbón que recorrió 110 km de galerías, probablemente originada por una explosión de grisú.

Medidas de seguridad

Las medidas de seguridad relacionadas con el grisú están relacionadas con evitar la posibilidad de explosiones o minimizar sus efectos. Para evitar las explosiones es posible actuar de dos maneras:

16. Mantener la concentración de metano por debajo del 5%
17. Evitar las fuentes energéticas capaces de inflamar el metano

Para el primer objetivo se recurre a la ventilación. Así el aire limpio que se introduce del exterior diluye el metano en el interior de manera que su concentración sea inferior al 5%. La medida de la concentración se realiza con unos aparatos llamados [metanómetros](#) o grisúmetros.

El segundo objetivo obliga a utilizar en el interior de las minas subterráneas de carbón equipos y materiales especialmente diseñados para utilizarse en atmósferas explosivas. Esto afecta especialmente a equipos, maquinaria y materiales eléctricos y explosivos y accesorios de voladura.

Como medidas de seguridad extremas se recurre a sistemas que eviten que una explosión se propague. En el caso de alguna maquinaria eléctrica se recurre a envolventes capaces de soportar una explosión en su interior sin propagarla. Es lo que se conoce como envolventes antideflagrantes.

También se usan dispositivos colocados en las galerías, que impiden que una explosión se propague al resto de la mina, y se denominan barreras. Su funcionamiento se basa en la dispersión de agua o polvo de roca inerte en la atmósfera para enfriar la explosión y extinguirla.

Utilización industrial

El grisú puede ser aprovechado como fuente de metano. Para ello se recurre a aprovechar el grisú del interior de las minas o el grisú de las capas de carbón.

4. Metano

Gas incoloro, inodoro y muy inflamable, que constituye el principal componente del gas natural; procede de la descomposición de sustancias orgánicas: el metano

se utiliza como combustible y en la elaboración de productos químicos y químicamente es el alcano más sencillo que existe.

En el caso de las minas de carbón cuando la concentración de metano se encuentra entre los límites de explosividad, puede producirse una [explosión](#) si en la zona existe una fuente de energía suficiente. Ésta puede ser:

- Llamas desnudas
- Chispas de origen mecánico o eléctrico
- [Compresiones adiabáticas](#) u [ondas de choque](#)
- Superficies o gases calientes

La concentración más peligrosa es la correspondiente al 9,5% que es la que se corresponde a la mezcla que menor energía necesita para provocar una explosión.

Asfixia por metano

El metano es también un asfixiante y puede desplazar al oxígeno en un espacio cerrado. La asfixia puede sobrevenir si la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 19,5% por desplazamiento. Las concentraciones a las cuales se forman las barreras explosivas o inflamables son mucho más pequeñas que las concentraciones en las que el riesgo de asfixia es significativo.

<http://reformaminera.wordpress.com/Producciones/Entrega.asp?identrega=330>**Polvo**

La contaminación con polvo (por ejemplo, polvo de roca en minas de carbón) debe limitarse a fin de minimizar la incidencia de enfermedades, de las cuales la más peligrosa es la silicosis causada por la inhalación de partículas de sílice. El polvo es producido por la destrucción mecánica de rocas al barrenar, detonar, machacar, cargar y descargar material, etc.

Los siguientes minerales producen polvos nocivos: asbesto, berilio, fluorita, minerales de níquel, cuarzo, mercurio, cinabrio, dióxido de titanio, óxidos de manganeso, compuestos de uranio y minerales de estaño. El asbesto pulverizado, el polvo respirable con contenido en minerales de níquel y berilio, así como el hollín de los motores diesel son cancerígenos. Las partículas ultrafinas de carbón, por su parte, pueden provocar explosiones de polvo.

Las medidas preventivas destinadas a evitar este tipo de contaminación se basan en la fijación del polvo durante las perforaciones y el transporte. Para ello se

recurre a la aspersión con agua o a la impregnación de los frentes de arranque a través de perforaciones practicadas antes de la extracción. El uso de mascarillas protectoras evita la inhalación de polvos. La instalación de filtros en los motores de combustión interna, por su parte, permite retener las partículas de hollín.

5. PIC 16F876A



Los **PIC16F87X** forman una subfamilia de microcontroladores PIC de gama media de 8 bits, fabricados por Microchip Technology Inc..

Cuentan con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC. Esta característica facilita sustancialmente el diseño de proyectos, minimizando el tiempo empleado en programar los microcontroladores.

- CPU de arquitectura [RISC](#) (*Reduced Instruction Set Computer*)
- Set de 35 instrucciones.
- Frecuencia de reloj de hasta 20MHz ([ciclo de instrucción](#) de 200ns).
- Todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, excepto las de salto.
- Hasta 15 fuentes de [Interrupción](#) posibles
- Modo de bajo consumo (Sleep)
- Tipo de oscilador seleccionable
- Rango de voltage de operación desde 2,0V a 5,5V.
- [Convertor Analógico/Digital](#) de 10 [bits](#) multicanal.
- 3 [Temporizadores](#).
- [Watchdog Timer o Perro Guardián](#).
- Comunicaciones por interfaz
- Puerto Paralelo Esclavo de 8 bits
- Puerto Serie Síncrono

Para la realización de este proyecto se utilizó el programador pic Basic.

6. Protocolo RS485

Sistemas de bus RS485

RS-485 o también conocido como EIA-485, que lleva el nombre del comité que lo convirtió en estándar en 1983. Es un estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI.

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto.

Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilizaciones.

Desde 2003 está siendo administrado por la Telecommunications Industry Association (TIA) y titulado como TIA-485-A.222.

La interfaz RS485 ha sido desarrollada - analógicamente a la interfaz RS422 - para la transmisión en serie de datos de alta velocidad a grandes distancias y encuentra creciente aplicación en el sector industrial. Pero mientras que la RS422 sólo permite la conexión unidireccional de hasta 10 receptores en un transmisor, la RS485 está concebida como sistema Bus bidireccional con hasta 32 participantes. Físicamente las dos interfaces sólo se diferencian mínimamente. El Bus RS485 puede instalarse tanto como sistema de 2 hilos o de 4 hilos. Dado que varios transmisores trabajan en una línea común, tiene que garantizarse con un protocolo que en todo momento esté activo como máximo un transmisor de datos. Los otros transmisores tienen que encontrarse en ese momento en estado ultra ohmio.

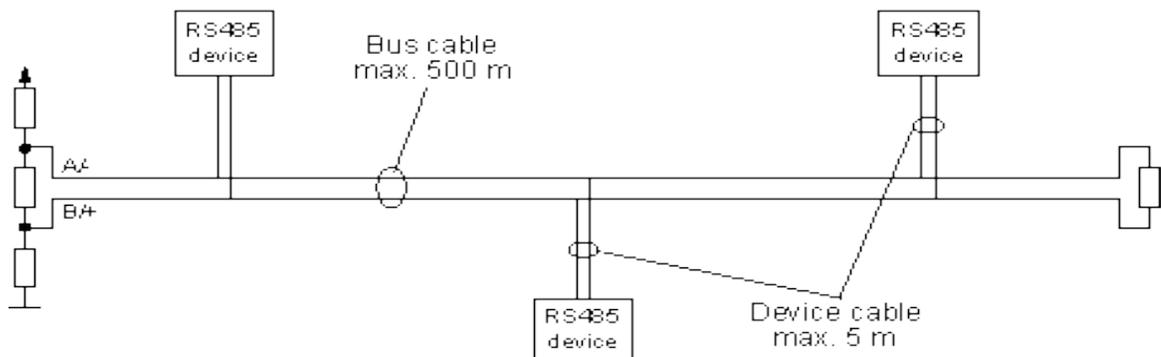
La norma RS485 define solamente las especificaciones eléctricas para receptores y transmisores de diferencia en sistemas de bus digitales. La norma **ISO 8482** estandariza además adicionalmente la topología de cableado con una longitud máxima de 500 metros.

Bus de 2 hilos RS485

El Bus de 2 hilos RS485 se compone según la figura inferior del cable propio de Bus con una longitud máx. de 500m. Los participantes se conectan a este cable a través de una línea adaptadora de máx. 5 metros de largo. La ventaja de la técnica de 2 hilos reside esencialmente en la capacidad multimaster, en donde cualquier participante puede cambiar datos en principio con cualquier otro. El Bus de 2 hilos es básicamente apto sólo semidúplex. Es decir puesto que sólo hay a disposición una vía de transmisión, siempre puede enviar datos un solo participante. Sólo después de finalizar el envío, pueden responder otros participantes. La aplicación más conocida basada en la técnica de 2 hilos es el PROFIBUS.

Figura

3



7. <http://reformaminera.wordpress.com/Producciones/Entrega.asp?identrega=330> **Ruido**

En la explotación minera subterránea, el ruido es producido por motores de combustión interna, de aire comprimido e hidráulicos, por equipos de perforación y voladuras, así como por los medios de transporte (trenes, vehículos, cintas transportadoras, etc.) y ventiladores.

El ruido generado por las máquinas puede reducirse parcialmente mediante un diseño adecuado de las mismas. Los dispositivos de protección auditiva son indispensables a partir de ciertos niveles de intensidad acústica.

8. Sensores Resistivos

Los sensores del tipo resistivos, son aquellos que varían una resistencia en función de la variable a medir

Acondicionamiento de sensores resistivos

Los sensores resistivos deben ser conectados a circuitos de interfaz adecuado para poder aprovechar o medir el parámetro variado.

Tradicionalmente no se suele medir la resistencia que varía, sino la variación de otro parámetro que depende de esta, como la tensión, la corriente o la frecuencia.

Los métodos de acondicionamiento se clasificarán en tres grupos:

- a. Divisor de tensión.
- b. Puente de Wheatstone
- c. Amplificadores para puente de sensores.

Todos estos sensores necesitan una alimentación eléctrica y presentan el problema que el **autocalentamiento** influye en la medida.

9. SENSOR DE GAS METANO MQ4



Especificaciones

Cubierta: metal –plástico

Teoría: semiconductores

Salida: analógica

El material sensible del sensor de gas MQ-4 es SnO_2 (dióxido de estaño) la Sensibilidad del sensor de gas metano es muy alta. El sensor puede ser utilizado para la detección de diferentes gases combustibles especialmente de metano tiene un bajo costo y es adecuado para diferentes aplicaciones.

Características

- * Buena sensibilidad al gas combustible en la amplia gama
- * Alta sensibilidad al gas natural
- * Larga vida y bajo costo
- * Circuito simple de impulsión

Aplicaciones

- * Detector de fugas de gas domésticos
- * Detector de gas industrial
- * Detector de gas portátil

Los sensores de gas basados en óxidos semiconductores presentan un cambio en la resistencia cuando son expuestos a ciertos gases. El óxido de estaño, SnO₂, es el compuesto más utilizado en la fabricación de sensores de gas, y con el fin de mejorar su eficiencia normalmente se le adicionan óxidos de paladio, bismuto, antimonio entre otros.

Utilizando los métodos de precipitación el SnO₂ es un semiconductor con gran estabilidad química y mecánica, propiedades que lo hacen útil para diferentes usos tecnológicos, entre ellos como sensor de gas. La sensibilidad del óxido de estaño a la presencia de gases reductores es el resultado de una reacción química del oxígeno sobre su superficie con gases como el hidrogeno, el monóxido de carbono o los hidrocarburos.

El oxígeno adsorbido en la superficie del SnO₂ toma electrones de la banda de conducción del óxido ocasionando la disminución de su densidad de carga electrónica y por lo tanto de su conductividad.

Por otro lado, el SnO₂ presenta vacancias de oxigeno que se forman durante el tratamiento térmico al que es sometido el óxido.

10. Termoresistencia

La **termoresistencia** es una resistencia fabricada con óxidos de diferentes materiales (cromo, cobalto, hierro, etc.). Son elementos PTC¹ en los que la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura, y elementos NTC² la resistencia disminuye cuando aumenta la temperatura

Principio de Funcionamiento

El principio de medición de la temperatura con termómetros de resistencia está basado en la variación de valor de la resistencia eléctrica de un conductor metálico en función de la temperatura. De una forma aproximada, pero no por ello lejos de lo real, la variación de la resistencia eléctrica de un metal a raíz de la temperatura puede presentarse mediante la expresión:

$$R(t) = R_0 (1 + at)$$

Donde:

R (t): Resistencia eléctrica a la temperatura “t”

R0: Resistencia eléctrica a la temperatura de 0 C°

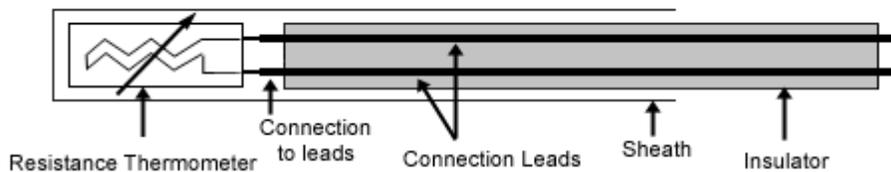
A: Coeficiente de variación de la resistencia eléctrica en función de la temperatura medida en °C;

T: Temperatura medida en °C.

Características

Las termoresistencias más comunes se fabrican de [alambres](#) finos soportados por un material [aislante](#) y encapsulado. El elemento encapsulado se inserta dentro de una vaina o tubo metálico cerrado en un extremo que se llena con un polvo aislante y se sella con cemento para impedir que absorba humedad.

Figura 2.



Factores que influyen en el clima y el aire en la minería subterránea

Fuente de peligro	de	Causa	Peligro	Medidas preventivas
Deficiencia	de	Desplazamiento	Fatiga, asfixia	Ventilación

oxígeno (O ₂)	debido al enrarecimiento del aire (clima sofocante), grisú*, respiración, lámparas de llama abierta, incendios de mina		
Radiación	Componentes radiactivos de la roca, sondas de medición	Efectos nocivos de la radiación	Restricción de las horas de trabajo con control dosimétrico
Metano (CH₄)	Emisiones gaseosas del carbón	Explosión	Extracción de gas, ventilación, instalación de dispositivos de seguridad para evitar explosiones de grisú
Polvo de carbón	Extracción y transporte de carbón	Explosión	Uso de técnicas de precipitación de polvo, prevención de explosiones de grisú
Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape, emisiones gaseosas en minas de carbón de piedra paradas	Intoxicación	Ventilación
Dióxido de carbono (CO ₂)	Emisiones gaseosas en depósitos de sal, gases de escape, desprendimiento de gas de aguas termales	Asfixia	Ventilación

5. METODOLOGIA

5.1 PARTICIPANTES

Cristian Camilo Carvajal Rodríguez

Juan Martin mora Sandoval

5.2 MATERIALES

	Cantidad	valor unitario	total valor
sensor mq4	3	18000	54000
PIC 16f876a	3	8.700	26100
SN75176	3	1.128	3384
LM358	3	696	2088
T93YA-1K	2	986	1972
T93YA-10K	5	986	4930
T93YA-50K	2	986	1972
XTAL 4MHz	3	464	1392
Led CH rojo 5mm	4	174	696
Led CH verde 5mm	4	232	928
Led CH amarillo 5mm	4	174	696
Base 8 pines	8	87	696
Base 28 pines para pic 16f876a	3	203	609
Disipador para encapsulado TO-220	4	696	2784
8P8C	5	348	1740
MP0808	5	232	1160
LM7805	1	812	812
LM7812	2	696	1392
Baquelita	2	2.500	5000
acido ferrico	2	1.500	3000
condensador de 22p para el pic	6	500	3000

materiales de oficina	50000
otros gastos	100000
total	268351

5.3 PROCEDIMIENTO

La realización del sensor de gas metano para minas de carbón subterránea, esta presupuestado para realizarse en 24 semanas, tiempo en el cual se realizara la construcción completa del producto, los ensayos para corregir errores que pudieren llegar a presentarse y la instalación para la presentación del proyecto terminado en su totalidad.

La realización del proyecto se dividirá en tres etapas las cuales serán realizadas de manera conjunta por los dos integrantes.

La primera etapa será la realización de la investigación sobre el campo de acción en el cual pretendemos incursionar. La obtención de información de carácter técnico, metodológico y legal sobre el tema de la minería de carbón subterránea, información técnica de los diferentes materiales que utilizaremos para la construcción del proyecto, el estudio de sus características principales y su optima conveniencia para la ejecución dentro del mismo así como todas las ofertas que ya existen dentro del mercado, sus características y aplicaciones para poder realizar un producto innovador.

La **segunda etapa**, será el montaje del circuito en protoboard para la realización de pruebas de funcionamiento de los componentes y para poder someter el circuito a cambios que se generen por el resultado de las mismas, se realizaran comparaciones de los resultados que se obtienen de manera teórica con los obtenidos durante el funcionamiento real del circuito, se trabajara la comunicación general del circuito y todos los aspectos relacionados con el ensamble de los componentes.

La **tercera etapa** será la optimización general del sensor de gas metano para minas de carbón subterráneas, se realizara el proceso de encapsulamiento y estética general del proyecto.

5.4 CÓDIGOS FUENTE DEL PROGRAMADOR

CÓDIGO FUENTE DEL CIRCUITO MAESTRO

```
18.  * Name   : UNTITLED.BAS
19.  '* Author : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
20.  '* Notice : Copyright (c) 2011 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
21.  '*       : All Rights Reserved
22.  '* Date   : 28/05/2011
23.  '* Version : 1.0
24.  '* Notes  :
25.  '*       :
26.  '*****
27.  INCLUDE "modedefs.bas"
28.  @ device XT_OSC
29.  trisb=%00000000
30.  control var portc.5
```

```
31.  dato var byte
32.  led11 var portb.0
33.  led12 var portb.1
34.  led13 var portb.2
35.  led21 var portb.3
36.  led22 var portb.4
37.  led23 var portb.5
38.  inicio:
39.  portb=%00111111
40.  pause 100
41.  portb=%00000000
42.  pause 100
43.  sigue:
44.  high control
45.  serout portc.7,T2400,"a"      ;T300,T1200,T2400,T9600
46.  gosub esc1
47.  pause 100
48.  high control
49.  serout portc.7,T2400,"b"]
50.  gosub esc1
51.  pause 100
52.  goto sigue
53.  esc1:
54.  low control
```

```
55.   pause 50
56.   serin portc.6,T2400,dato
57.   gosub leds1
58.   gosub leds2
59.   return
60.   leds1:
61.   if dato=10 then high led11 : high led12 : high led13
62.   if dato=11 then low led11 : low led12 : high led13
63.   if dato=12 then low led11 : high led12 : low led13
64.   if dato=13 then high led11 : low led12 : low led13
65.   if dato=14 then low led11 : low led12 : low led13
66.   return
67.   leds2:
68.   if dato=20 then high led21 : high led22 : high led23
69.   if dato=21 then low led21 : low led22 : high led23
70.   if dato=22 then low led21 : high led22 : low led23
71.   if dato=23 then high led21 : low led22 : low led23
72.   if dato=24 then low led21 : low led22 : low led23
73.   return
74.   end
```

CÓDIGO FUENTE DEL CIRCUITO ESCLAVO

'* Name : UNTITLED.BAS

'* Notice: Copyright (c) 2011 [select VIEW...EDITOR OPTIONS] *

'* : All Rights Reserved

'* Date : 28/05/2011

'* Version: 1.0

'* Notes :

'* :

INCLUDE "modedefs.bas"

@ device XT_OSC

Trisb=%00000000

control var portc.5

dato var byte

led11 var portb.0

led12 var portb.1

led13 var portb.2

led21 var portb.3

led22 var portb.4

led23 var portb.5

```

inicio:

portb=%00111111

pause 100

portb=%00000000

pause 100

sigue:

high control

serout portc.7,T2400,["a"] ;T300, T1200,T2400,T9600

gosub esc1

pause 100

high control

serout portc.7,T2400,["b"]

gosub esc1

pause 100

goto sigue

esc1:

low control

pause 50

serin portc.6,T2400,dato

gosub leds1

gosub leds2

return

leds1:

if dato=10 then high led11 : high led12 : high led13

```

if dato=11 then low led11 : low led12 : high led13

if dato=12 then low led11 : high led12 : low led13

if dato=13 then high led11 : low led12 : low led13

if dato=14 then low led11 : low led12 : low led13

Return

leds2:

If dato=20 then high led21 : high led22 : high led23

If dato=21 then low led21: low led22 : high led23

If dato=22 then low led21: high led22 : low led23

If dato=23 then high led21 : low led22 : low led23

If dato=24 then low led21 : low led22 : low led23

Return

End

6. BIBLIOGRAFIA

- **MINAS DE CARBON**, 2010. Seguridad y riesgos
<http://personales.ya.com/jocad/Mineria/principal.htm>
- **EXPLOTACION MINERA**. Oficios de alto riesgo.
www.elpais.com.co/elpais/california/noticias/explotacion_minera_oficio_alto_riesgo_en_Colombia
- **MINERIA**. Trabajo de alto riesgo
www.telefonica.net/web2/msolana/palazuelo/html/mineria.htm
- **METANO**. Peligro en minas de carbón
www.monografias.com/trabajos36/metano/metano2.shtml
- **FACTORES ATMOSFERICOS EN MINAS SUBTERRANEAS**
<http://reformaminera.wordpress.com/2009/04/19/119-mina-subterranea/>
- **CARLOS A. REYES**. "Microcontroladores PIC Programación en Basic".
2 edición, Rispergraf ,2006.

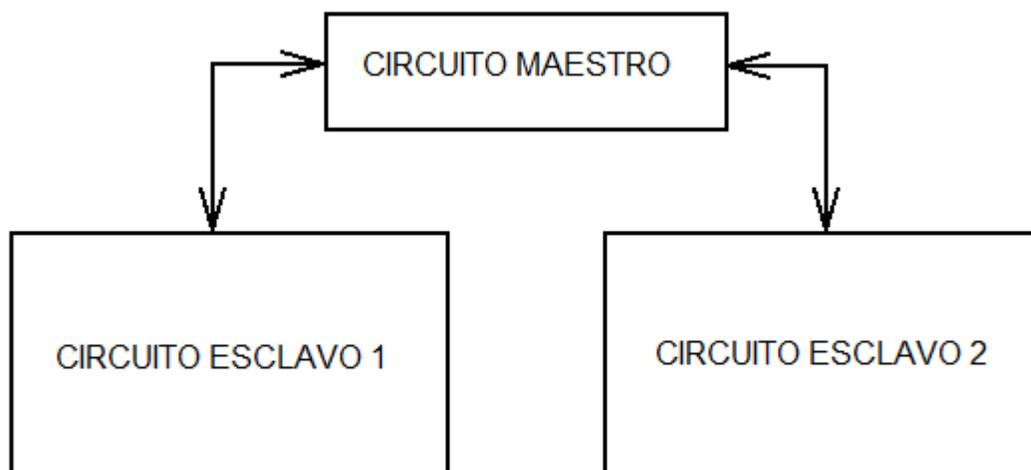
7. ANEXOS

MANUAL TECNICO

SENSOR DE GAS METANO PARA MINAS DE CARBON

El “sensor de gas metano para minas de carbón” como su nombre lo indica es un sistema o prototipo con el cual queremos reducir los accidentes en interiores de minas de carbón causadas por acumulación de gas metano. Este prototipo funciona con sensores de gas metano MQ-4, y una comunicación RS-485 en modo HALF DUPLEX (la cual permite enviar y recibir información por un solo hilo pero no al mismo tiempo).

Diagrama de bloques del sistema



El sistema prácticamente se divide en dos tipos de circuitos un circuito maestro y otro circuito esclavo.

El circuito maestro es el que va a estar fuera de la mina y nos mostrara por medio de luces los valores de concentraciones de gas metano que se encuentran en el interior de la mina. Este circuito se divide en dos etapas; una etapa de regulación de voltaje de 110V AC a 12V DC, y la segunda etapa de comunicación y visualización de la información recibida.

El circuito esclavo va a estar instalado en el interior de la mina; este circuito censara la cantidad de gas metano, nos mostrara por medio de luces verdes, amarillas y rojas, el valor censado según valla sobrepasando los limites calibrados (1% de LEL=verde, 1.5% de LEL=amarillo, 2% de LEL=rojo). Además enviara esta información al circuito maestro siempre y cuando este le solicite la información. Gracias a la comunicación RS-485 se pueden tener conectados un máximo de 256 esclavos a un mismo maestro con una distancia máxima de 1200 metros.

Diagrama de flujo del circuito maestro

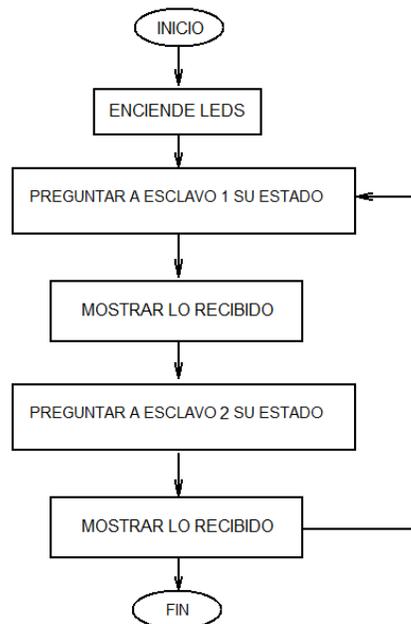
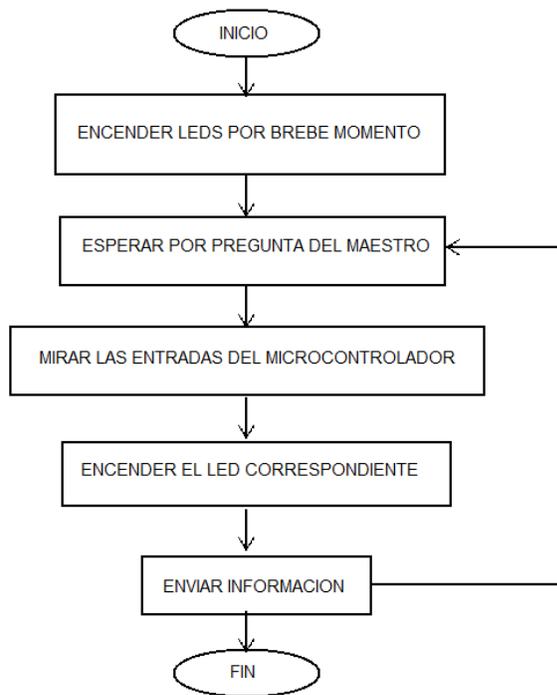
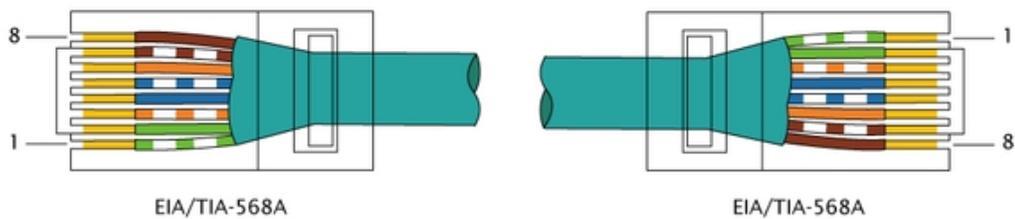


Diagrama de flujo del circuito esclavo

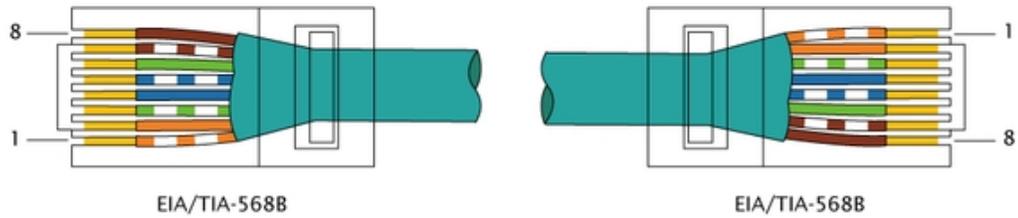


Estos circuitos se conectan entre sí con cable UTP de ocho hilos, y conector RJ-45; utilizando las normas que existen para el cableado estructurado; estas son TIA/EIA-568-A o TIA/EIA-568-B, en ambos extremos del cable debe estar la misma norma es lo que se llama cable directo.

Cable directo 568A



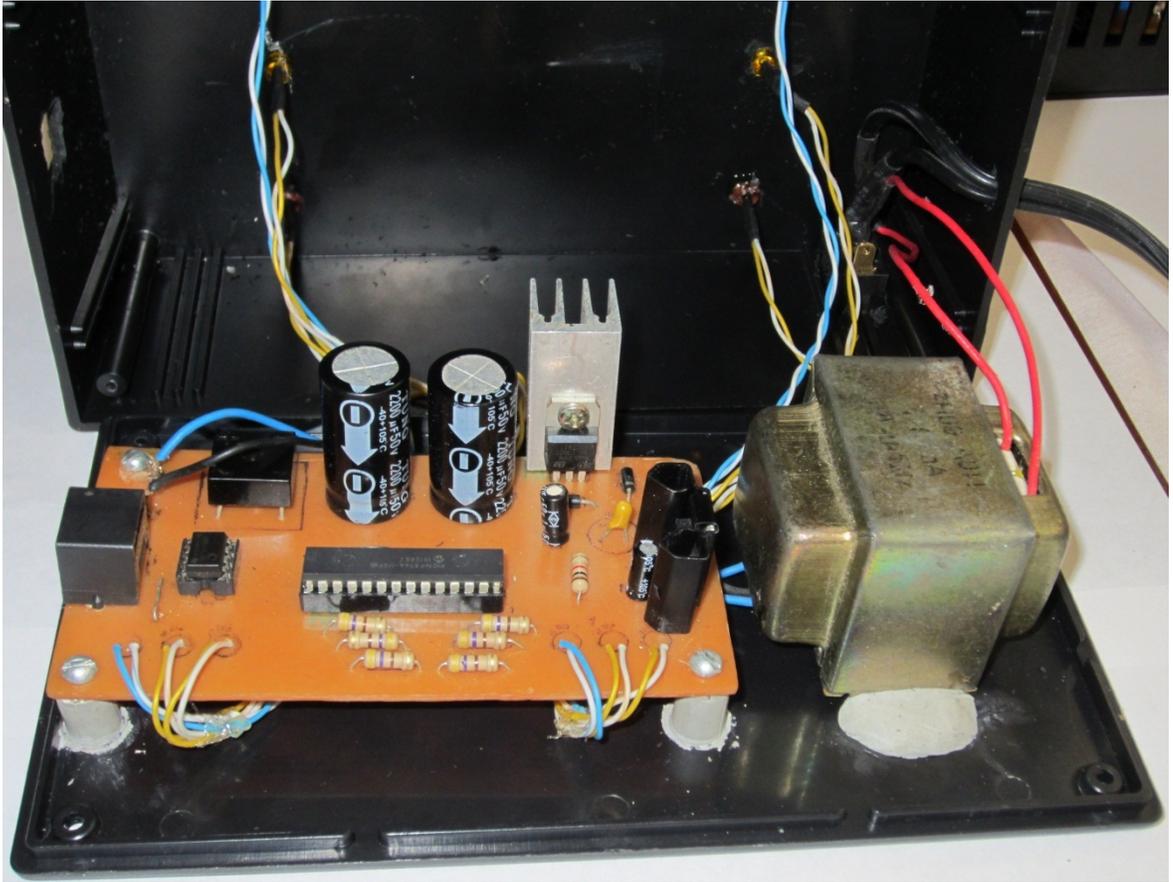
Cable directo 568B



El sensor utilizado es el MQ-4, que es un sensor de gas metano del tipo catalítico (por medio de una resistencia calefactora quema el gas haciendo que cambie la temperatura y este cambio sea detectado por otra resistencia)

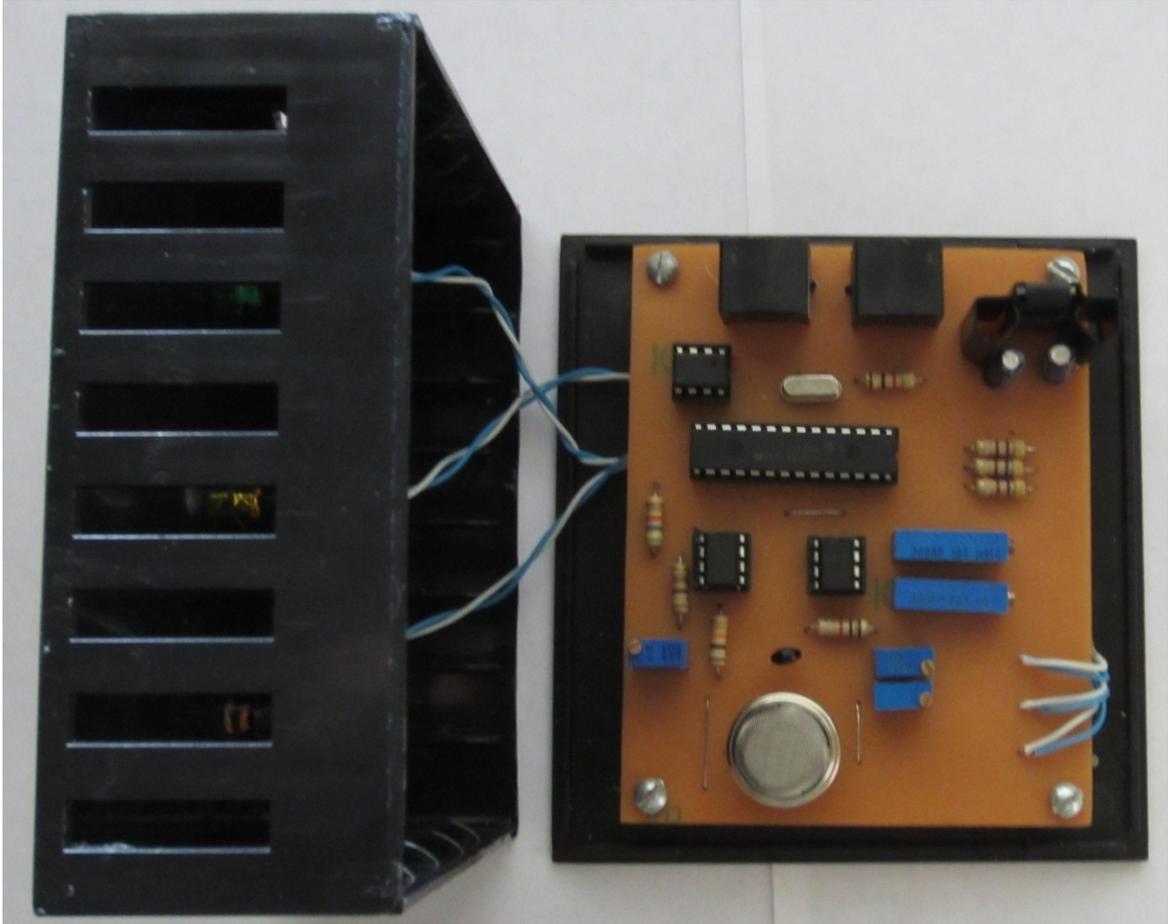
FOTOGRAFIAS

Imagen 1



Fotografía del circuito esclavo

Imagen 2



Fotografía del circuito esclavo

Imagen 3



Fotografía sensor de gas metano para minas de carbón