Escrito por Leopoldo Mosquera Taboada
Viernes, 02 de Mayo de 2008 00:00

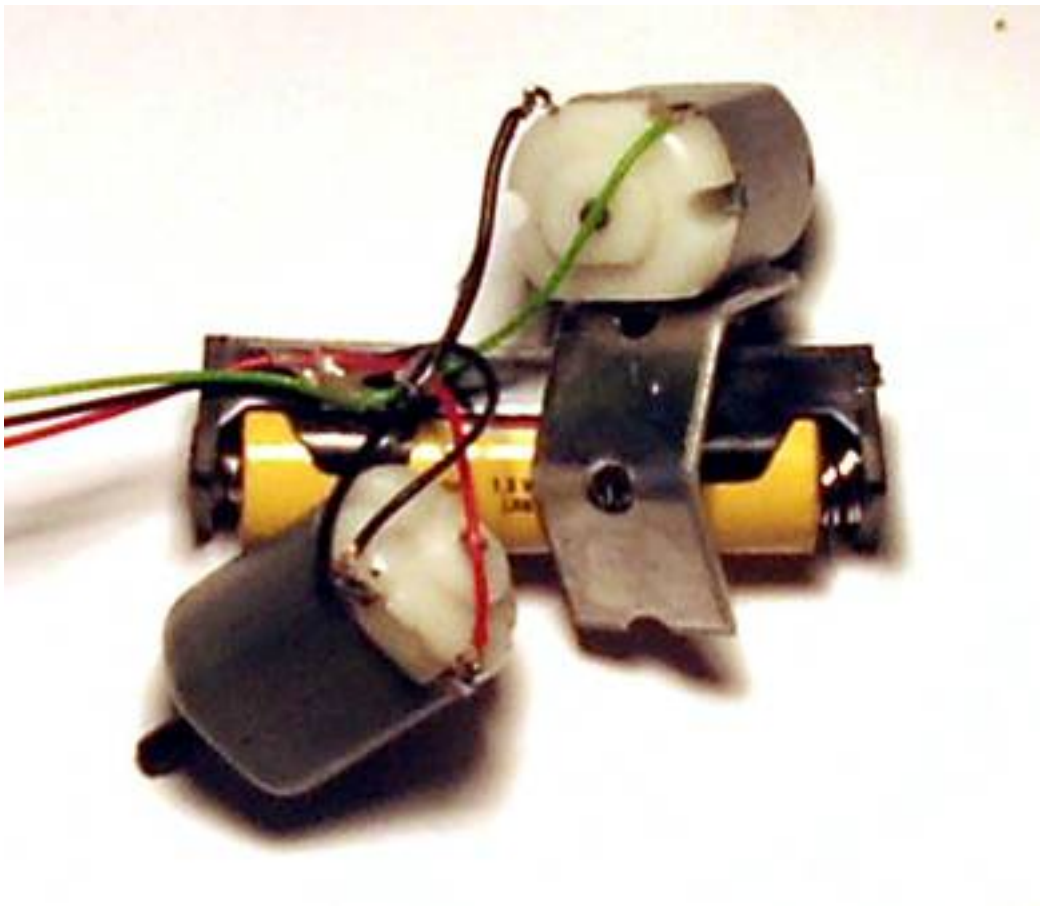
Una forma alternativa de iniciar a los alumnos en el control eléctrico e incluso en la robótica (como se verá a lo largo de este monográfico) es construyendo un artefacto móvil de reducidas dimensiones, bajo coste y con aspecto de insecto terrestre...

ROBOT-BICHOS CABLEADOS
a)Introducción:

Una forma alternativa de iniciar a los alumnos en el control eléctrico e incluso en la robótica (como se verá en próximos artículos) es construyendo un artefacto móvil de reducidas dimensiones, bajo coste y con aspecto de insecto terrestre. Podemos lograr su desplazamiento utilizando dos motores en disposición simétrica, inclinados y de modo que sus ejes apoyan directamente sobre la superficie horizontal de la mesa.

Los escasos componentes mecánicos y eléctricos se disponen intencionadamente, siguiendo un criterio estético inspirado en la biología: el portapilas hace de abdomen y los motores de tórax; después podemos añadir antenas de alambre, alas de plástico, etc.

En esta primera parte utilizaremos para controlar sus movimientos un mando compuesto de pulsadores o conmutadores, fabricado a propósito, y que se comunique con el robot a distancia mediante cables de colores.



b) Construcción de un robot-bicho

Para la construcción del móvil necesito un trozo de perfil plano de aluminio perforado (que se puede incluso romper sin necesidad de alicates), previamente doblado en tres partes con las manos (en forma de U con los extremos inclinados), y que después pegaré sobre el dorso del portapilas utilizando la pistola termofusible.

Una vez queden unidas ambas piezas, pegaré los dos motores (yo he utilizado el modelo C-6040 de cebek por tener caras planas, ser barato y arrancar con poca tensión). Las conexiones de los motores quedarán en la parte superior y sus ejes deben sobresalir lo suficiente para que móvil apenas apoye, de forma equilibrada sobre ambos, además de en algún punto del extremo contrario del portapila. En ambos ejes colocaré, a presión, un trozo de funda de plástico obtenida al pelar un cable de cobre de 1,5 ó 2 mm; con él consigo la adherencia necesaria para el desplazamiento sobre cualquier superficie no muy rugosa.

c) Circuito con mando de dos conmutadores:

Un robot-bicho dotado de un portapilas de 1,5 V, dos motores y la correspondiente pila, puede ser guiado conectando dichos componentes a un mando a distancia compuesto de dos

conmutadores. Bastaría utilizar varios cables de colores con un máximo de dos metros (yo he utilizado cables de ratón de ordenador pelados) que, partiendo de sus conexiones en el portapilas de insectoide, esté unido en su otro extremo a los conmutadores del mando, cerrándose un circuito eléctrico de sorprendente simplicidad. Las posiciones de los conmutadores permiten su avance o retroceso en línea recta, el giro libre así como su parada.

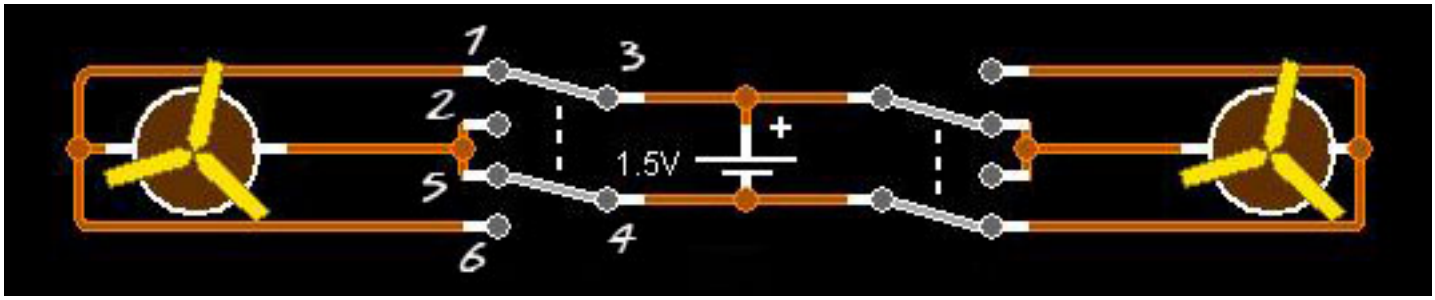
Una vez construido, debemos conectar seis cables finos de distintos colores: dos a cada motor y dos a la pila (mejor si son el rojo y el negro). El otro extremo de cada cable se dirigirá hacia los conmutadores del mando, y antes de cerrar el circuito, cabe comentar a los alumnos cómo una llave de cruce se utiliza para cambiar la polaridad de la pila en los bornes del motor, afectando al sentido de giro del mismo.



En los mandos que he construido utilizo conmutadores dobles de tres posiciones (tanto de tipo palanca como de corredera), utilizando la posición intermedia para detener el motor correspondiente. Empleo componentes comerciales en mis proyectos con los alumnos, ya que aparte de su fiabilidad, los puedo reciclar casi todos para el curso siguiente; además su

utilización sirve para relacionar los proyectos de Tecnología con algunas situaciones eléctricas comunes en las viviendas (lámparas, juguetes, electrodomésticos o pequeños dispositivos electrónicos) percatándose de la utilidad de estos conocimientos.

Cada conmutador tiene 6 bornes organizados en dos filas de tres, de tal modo que cada fila es independiente eléctricamente, circunstancia que aprovecharemos para poder cerrar el circuito mando-bicho de un modo fácil de explicar para los alumnos, incluso sin utilizar simbología eléctrica. A cada conmutador se llevan los dos cables de uno de los motores y se conectan en los bornes pareados de un extremo, desde los cuales se extiende el cable cruzando a los del otro extremo haciendo una equis; dicho de otro modo, estableciendo una numeración para los seis bornes, de modo que queden los tres de la izquierda con números impares y los otros tres con pares, se conectarían el nº1 con el nº6 y el nº2 con el nº5.

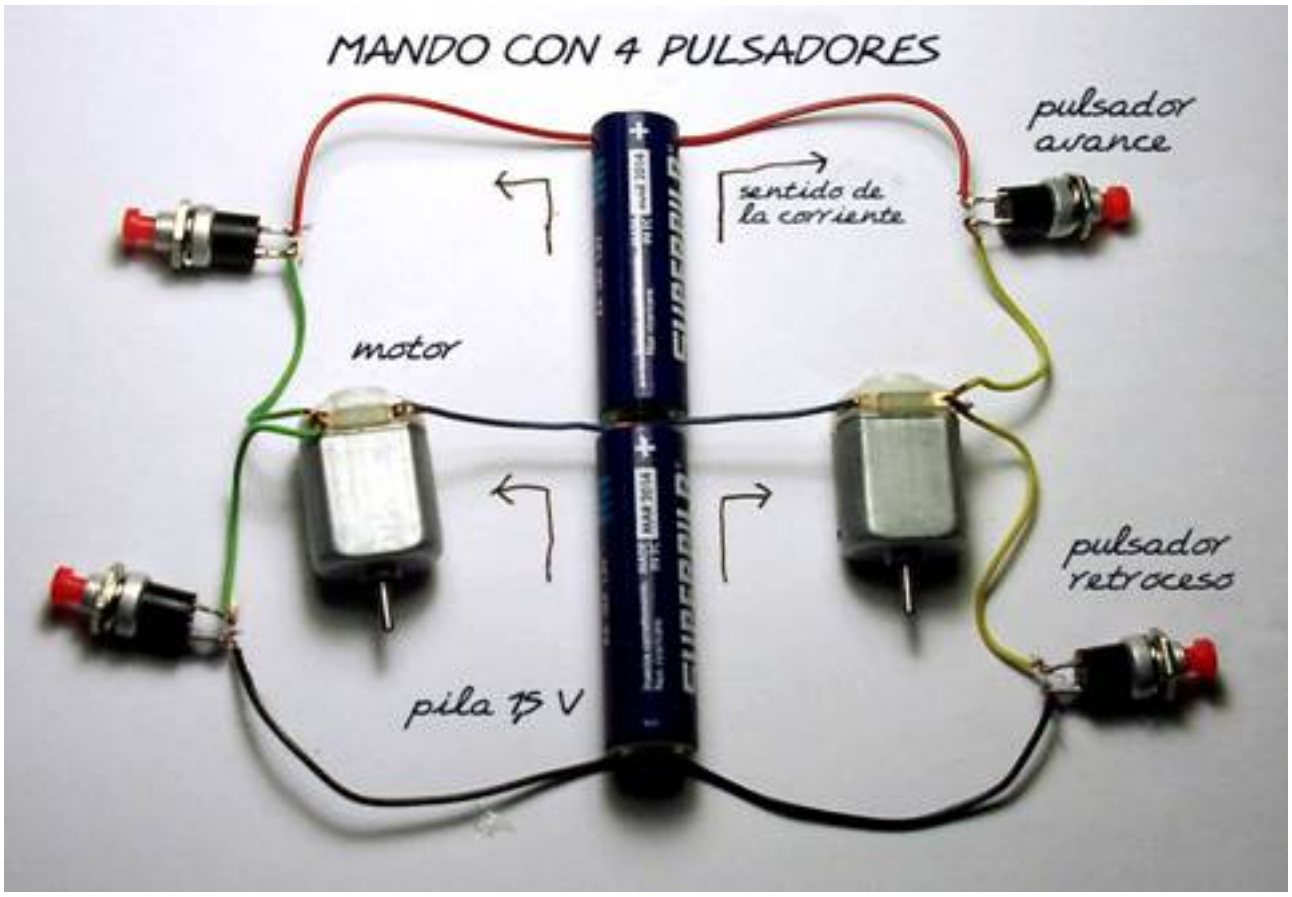


Los cables rojo y negro correspondientes a los polos de la pila se conectan en los bornes centrales de cada conmutador (números 3 y 4) y se extienden de uno a otro, ya que ambos motores de nuestro móvil comparten la pila con una disposición eléctrica en paralelo. Cerradas todas las conexiones, y antes de su posible soldadura, conviene comprobar si el insectoide se desplaza en sentido de avance o retroceso moviendo las palancas o correderas de los dos conmutadores en sintonía.

Una mayor simplificación en el circuito eléctrico se lograría independizando la alimentación de los dos motores, para lo que bastaría con pegar dos portapilas de 1,5 V y llevar los cables de sus bornes hacia su conmutador correspondiente; se aumenta el número de cables entre el mando y el móvil, pero éste también aumenta su velocidad de desplazamiento, lo que agrada a los alumnos a pesar de dificultar su control. También podría hacerse el mando con llaves de cruce construidas con chapas de latón y un trozo de tablero o un listón de madera; aunque es más incómodo de manejar, permitiría un ahorro de dinero.

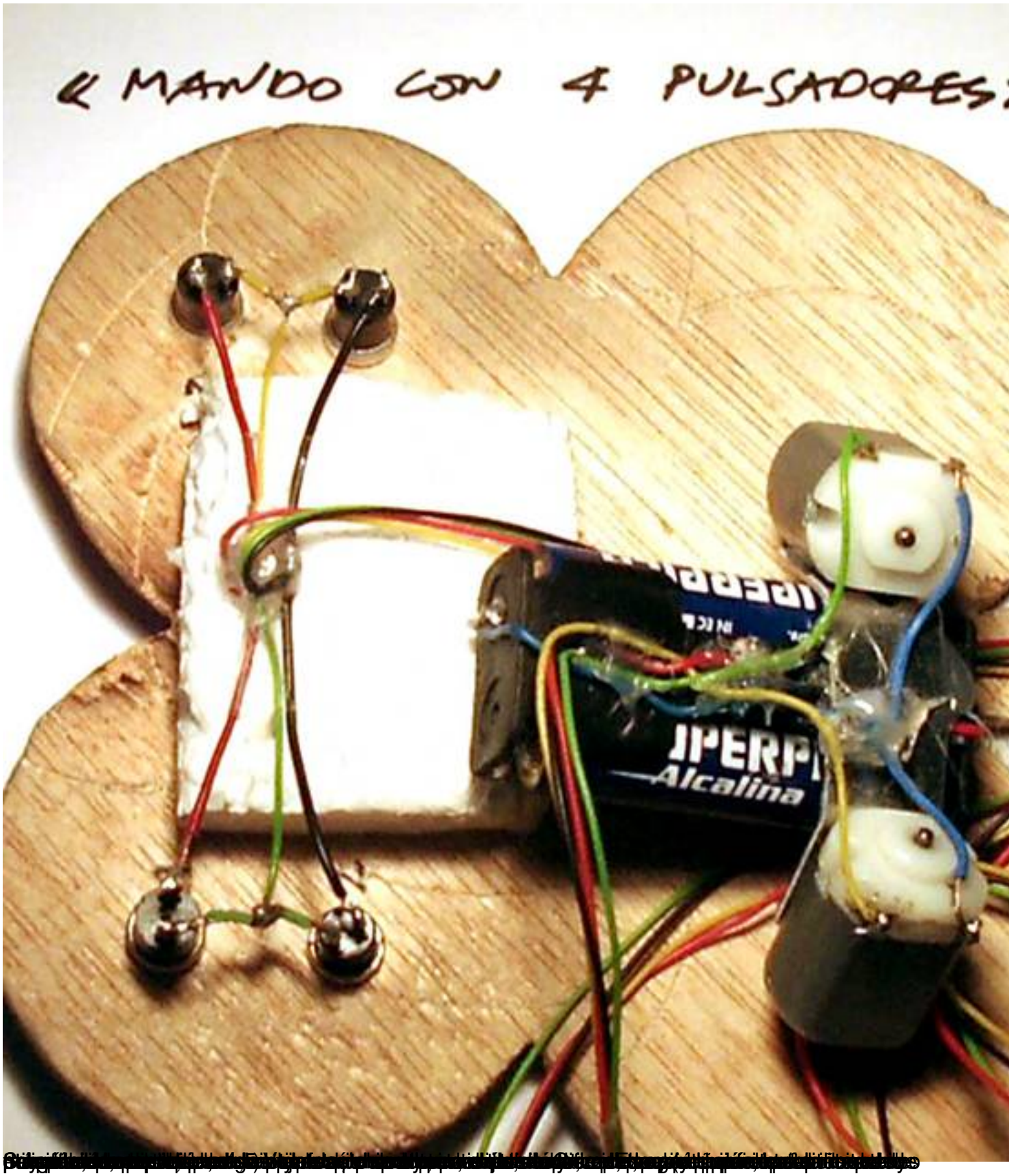
d) Circuito con mando de cuatro (o dos) pulsadores:

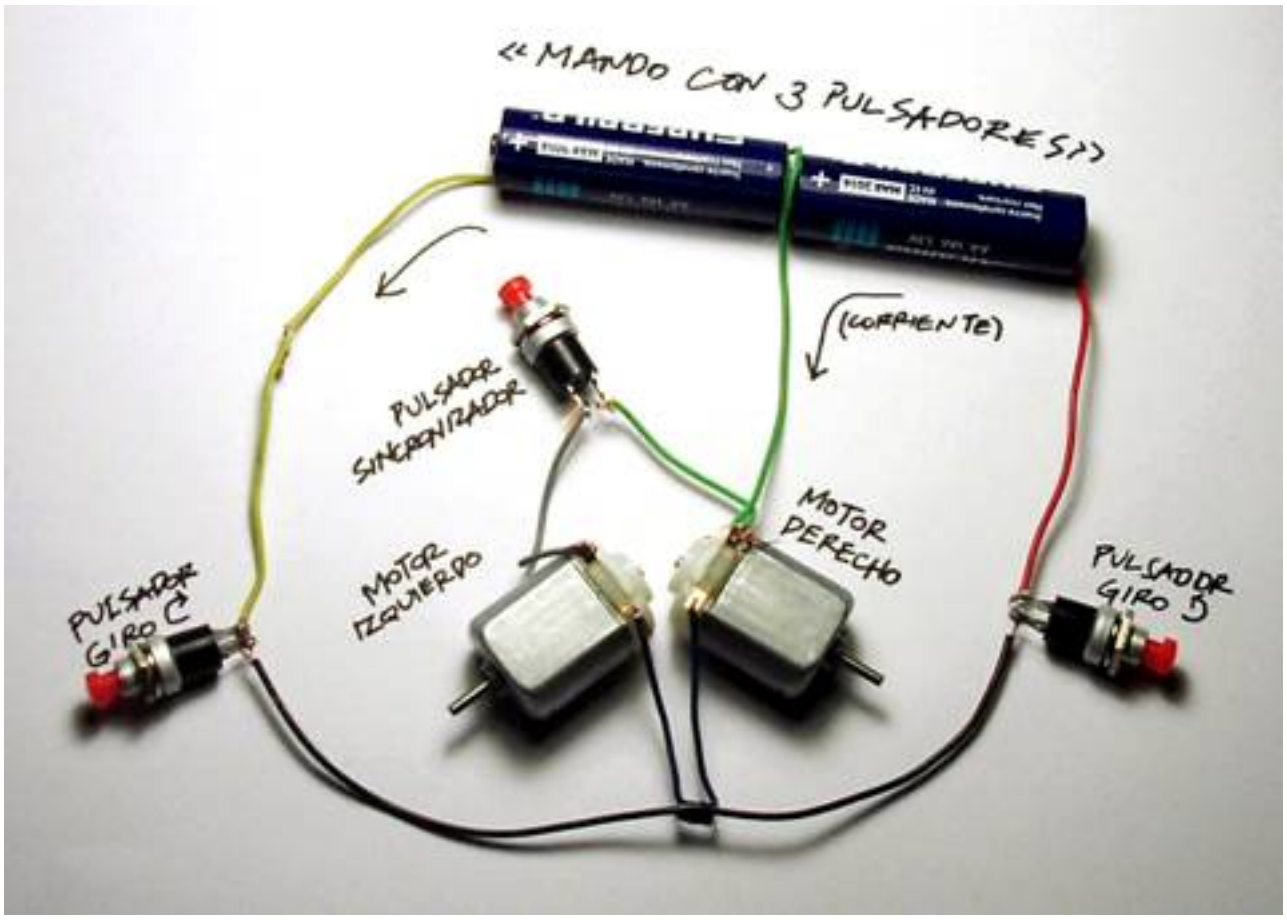
También podemos conseguir los movimientos anteriores utilizando cuatro pulsadores en el mando, dos para cada motor. Ahora al apretar según que pulsadores, describiremos rectas o curvas, en avance o retroceso, pudiendo ser guiado en cualquier dirección.



El circuito eléctrico que pemite el control del insectoide es de enorme simplicidad en su representación simbólica, ya que tiene el aspecto de una celosía compuesta de cuatro cuadrados con las caras pegadas: en las interiores verticales se sitúan las pilas, en las interiores horizontales los motores y en las exteriores verticales los pulsadores; aunque las pilas están conectadas entre sí, cada una suministra corriente de forma independiente y al no producirse la suma de sus tensiones o de sus corrientes, no podemos hablar de una disposición en serie.

Su implementación y conexionado presenta más complicaciones, ya que hay cables que no necesitan extenderse desde el mando hasta el móvil: el que sale del punto en común de las pilas y se bifurca para contactar ambos motores (situado en la cruceta central del esquema) y los que unen los pulsadores entre sí (que son las esquinas exteriores del esquema). Ahora partirían del insectoide hacia los pulsadores, un cable desde cada motor más los correspondientes a los polos positivode la pila superior y negativo de la inferior.


MANDO CON 4 PULSADORES
Alcalina



e) Circuito de mando con tres pulsadores:

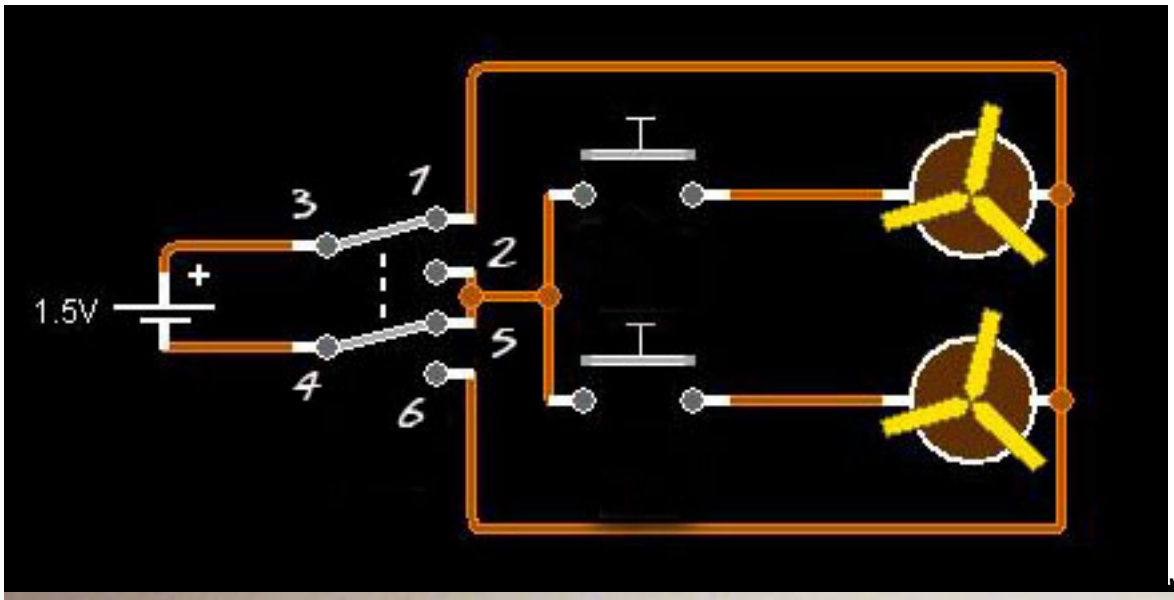
En el propósito de no renunciar a que nuestro bichoide avance, gire y retroceda, y añadiendo la idea de controlarlo con una sola mano, surge la posibilidad de crear un circuito de mando con tres pulsadores, que además nos permite continuar con la progresión en dificultad del análisis de los circuitos eléctricos.

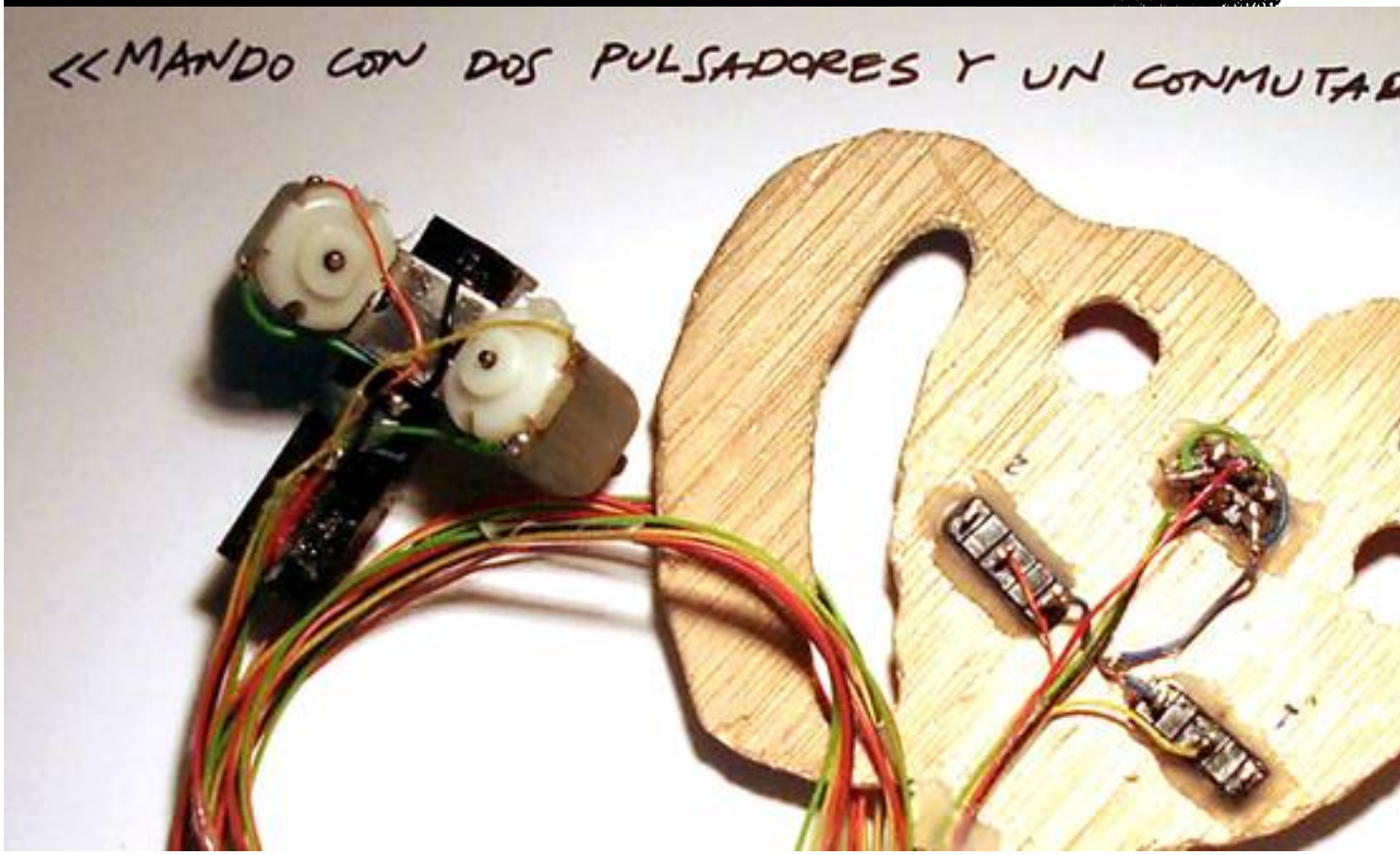
Como se observa en el esquema, las dos pilas están conectadas como en el proyecto anterior (son independientes, no están en disposición serie) y ambas llevan asociadas un pulsador, de manera que se logra el giro de uno de los motores, en un sentido u otro, jugando con la dirección de la corriente; el tercer pulsador sirve para sincronizar al segundo motor (conectado en paralelo) con el sentido de giro que se haya determinado para el primero. Dicho de otro modo, para el avance o el retroceso se necesita presionar dos pulsadores simultáneamente, mientras que para girar basta con pulsar uno de los dos comentados al principio, aunque sólo gire un motor. Conviene situar en el mando a los tres pulsadores muy próximos y en línea, ubicando en el medio el “sincronizador”.



f) Circuito de mando de dos pulsadores y un conmutador:

Con este circuito vuelven a utilizarse tres elementos de control sobre el mando (que ahora debe manejarse con las dos manos) y se combinan aspectos del análisis de circuitos eléctricos tratados en los distintos apartados anteriores.





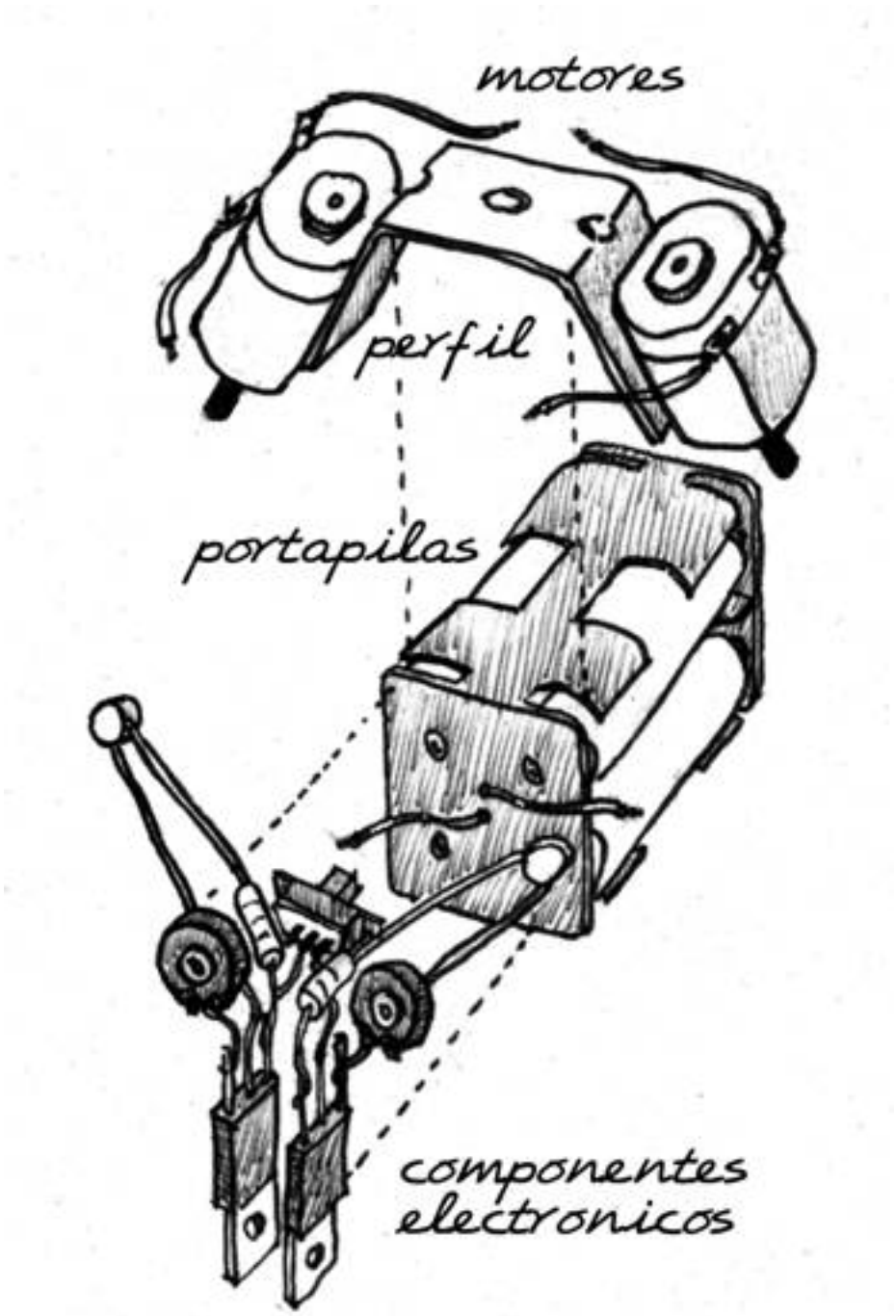
g) Conclusión

La realización del conjunto de actividades propuestas en este artículo demuestra que, con unos pocos conocimientos y medios materiales, cualquiera puede proponer a sus alumnos de cualquier nivel, construir un artefacto móvil con el que disfrutarán del área de Tecnología y que les servirá para entender de un modo atractivo el funcionamiento de los circuitos eléctricos elementales.

ROBOT-BICHOS ANALÓGICOS I
a) Introducción:

En el artículo anterior, ya comenté que una forma alternativa y muy económica de acercar a los alumnos hacia la robótica es construyendo un artefacto móvil de reducidas dimensiones y que se apoya directamente sobre los ejes de sus motores (previamente forrados con la funda de plástico de un cable eléctrico grueso) para desplazarse.

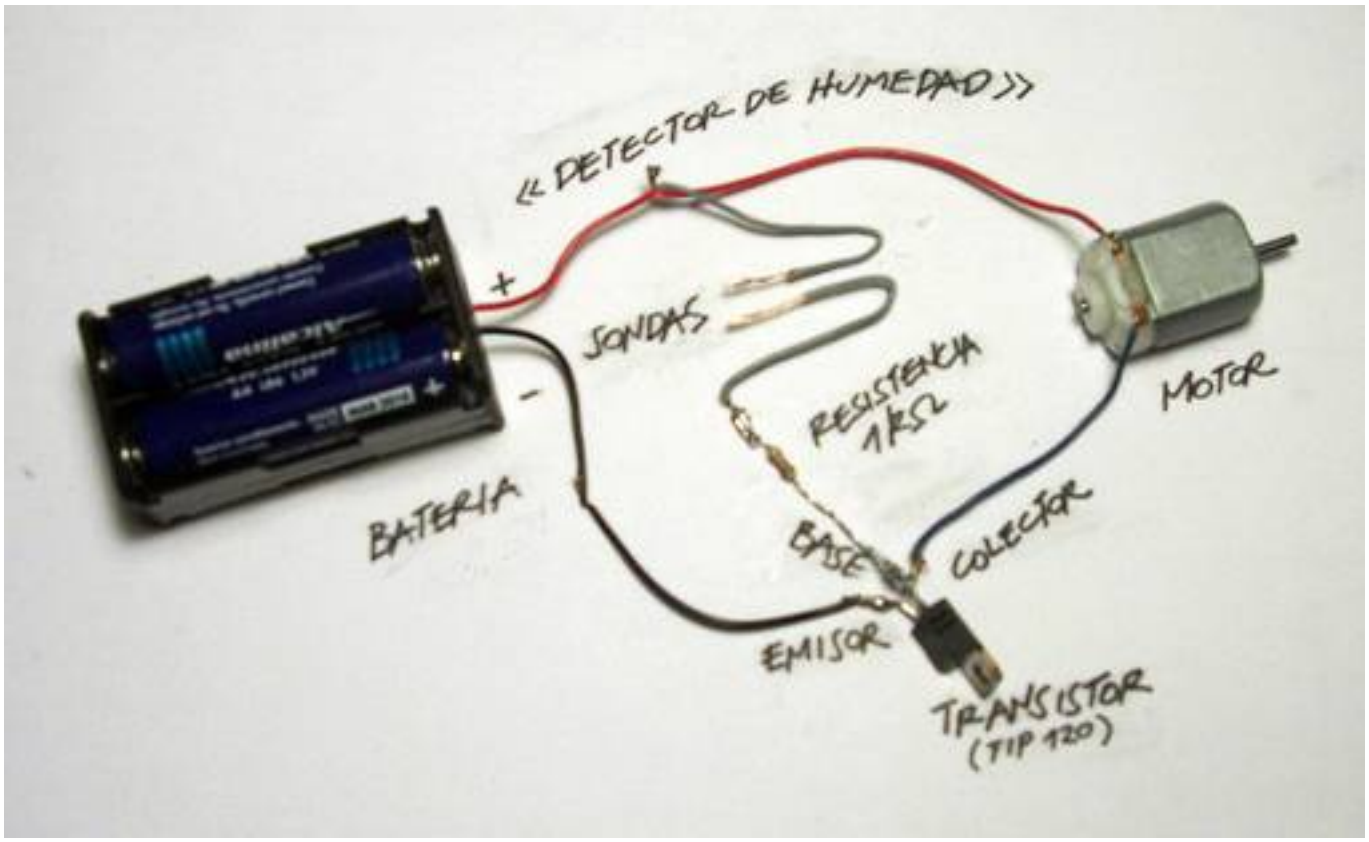
Ahora la propuesta consistirá en lograr que los robot-bichos puedan funcionar de un modo autónomo modificando la dirección de giro de sus motores ante la presencia de luz, humedad o contacto en su entorno próximo; utilizando una linterna, una línea de agua o la presión de los dedos, podremos forzar su rastreo.



b) robot-bicho hidrófilo

En este modelo se utiliza un circuito sensible a la humedad (por duplicado), también muy fácil de montar y de entender, ya que para aprovechar de un modo práctico la conductividad eléctrica del agua, bastan un transistor y una resistencia como componentes electrónicos. Como puede observarse en la foto del circuito, las denominadas sondas están compuestas por dos cables finos pelados (a modo de escobillas) que se situarán con una separación de apenas 1 mm, de modo que cuando una gota de agua caiga entre ambos, se cerrará el circuito interior que une la batería (con tensión 6 V) y la base del transistor. Una débil corriente circulará por la gota de una escobilla a otra y, en este caso, se necesita intercalar una resistencia de 1 KOhm

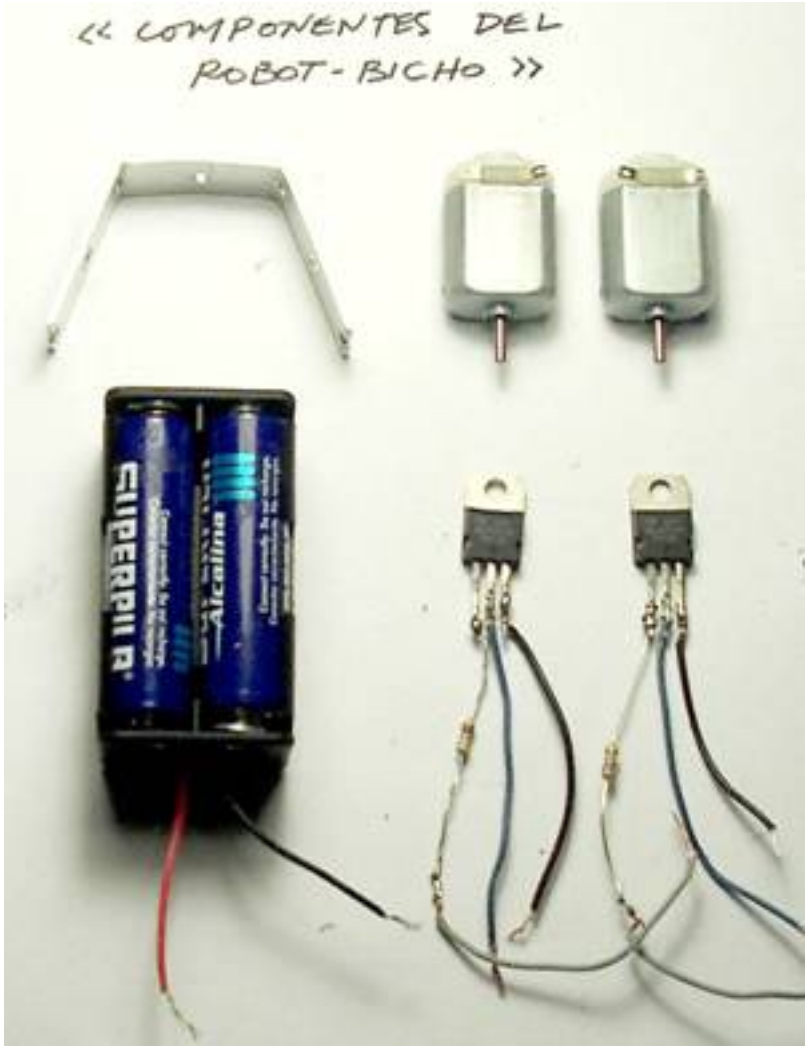
para proteger la base, evitando la destrucción del transistor en el caso de que los cables se tocaran accidentalmente.



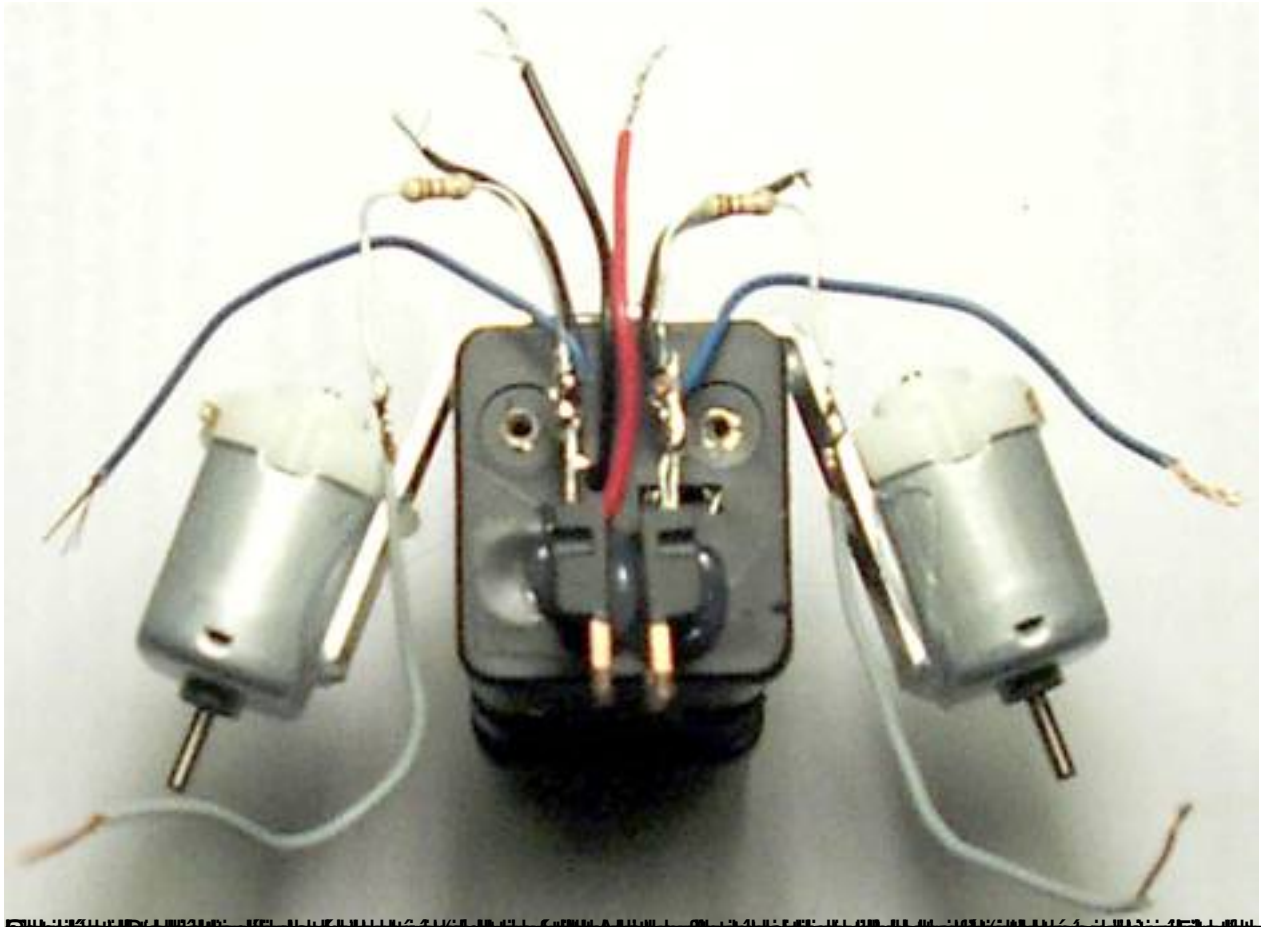
Como el transistor elegido TIP 120 contiene un montaje Darlington, la sensibilidad de este detector de humedad es lo suficientemente grande para que se cree una corriente en el colector que recorra el circuito eléctrico principal que une batería y motor, haciendo que éste se active; el transistor se podría decir que funciona como un interruptor activado por agua que cierra el circuito exterior. A cada motor le corresponderá un circuito con su transistor y sus sondas, y ambos circuitos se conectarán después en paralelo compartiendo la batería; los componentes de uno y otro circuito se ubicarán sobre el portapilas dispuestos simétricamente.

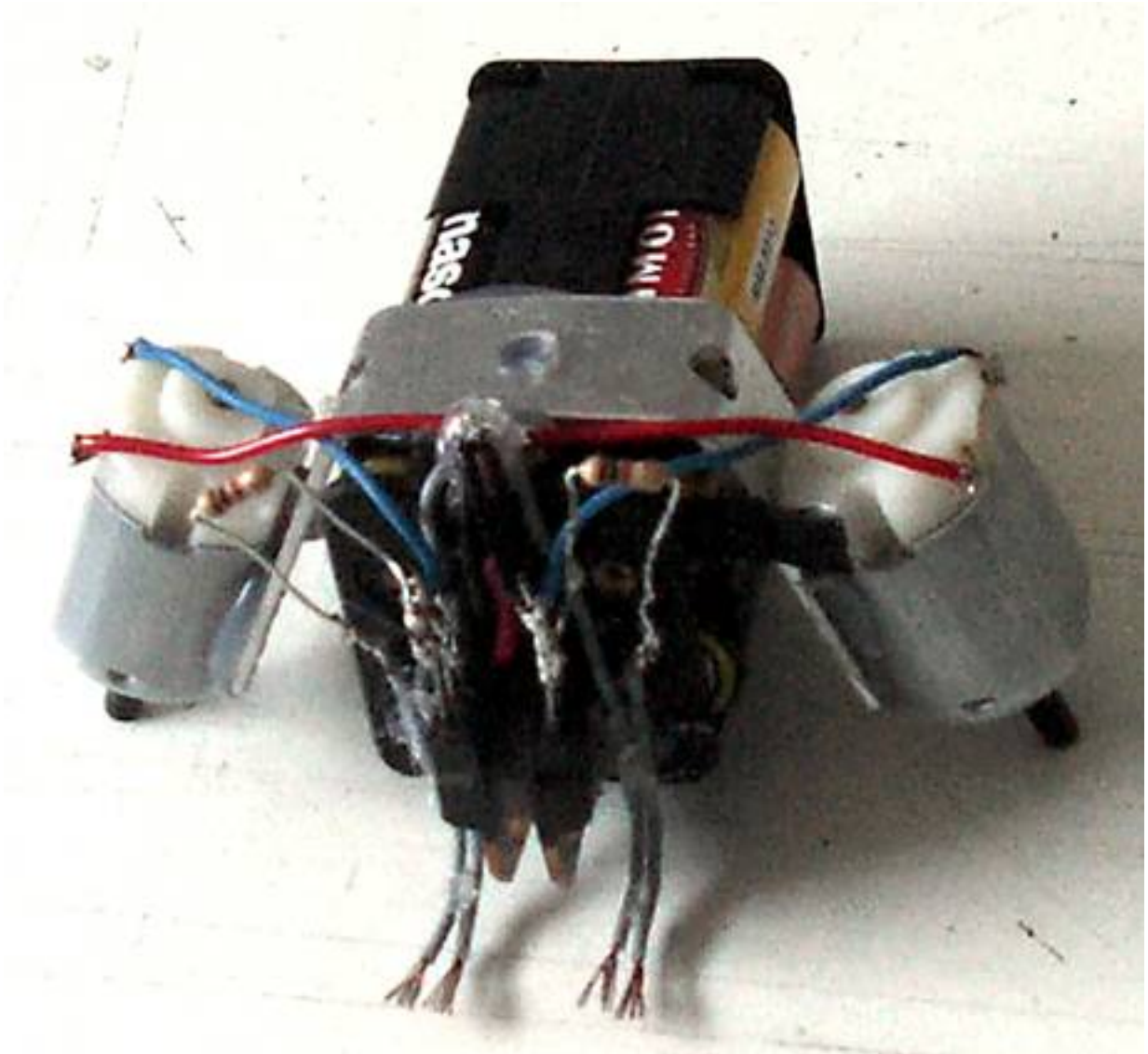
En las imágenes se observan las posibles etapas para la construcción este modelo, empezando por pelar seis cables de unos 5 cm de largo (a los que después se ajustará la longitud una vez se sitúen sobre el portapilas) pareados según tres colores. La resistencia de protección de la base (a la que conviene no recortar sus patillas, pues luego se convertirán en las antenas) se suelda en el extremo de la patilla izquierda del transistor, por un lado, y por otro a uno de los cables que formará la sonda; en la patilla central (colector) se soldará un cable

que se conectará a uno de los bornes del motor y en la patilla derecha (emisor) se soldará un cable (mejor de color negro) que se unirá con el cable negro (polo negativo) que sale del portapilas.



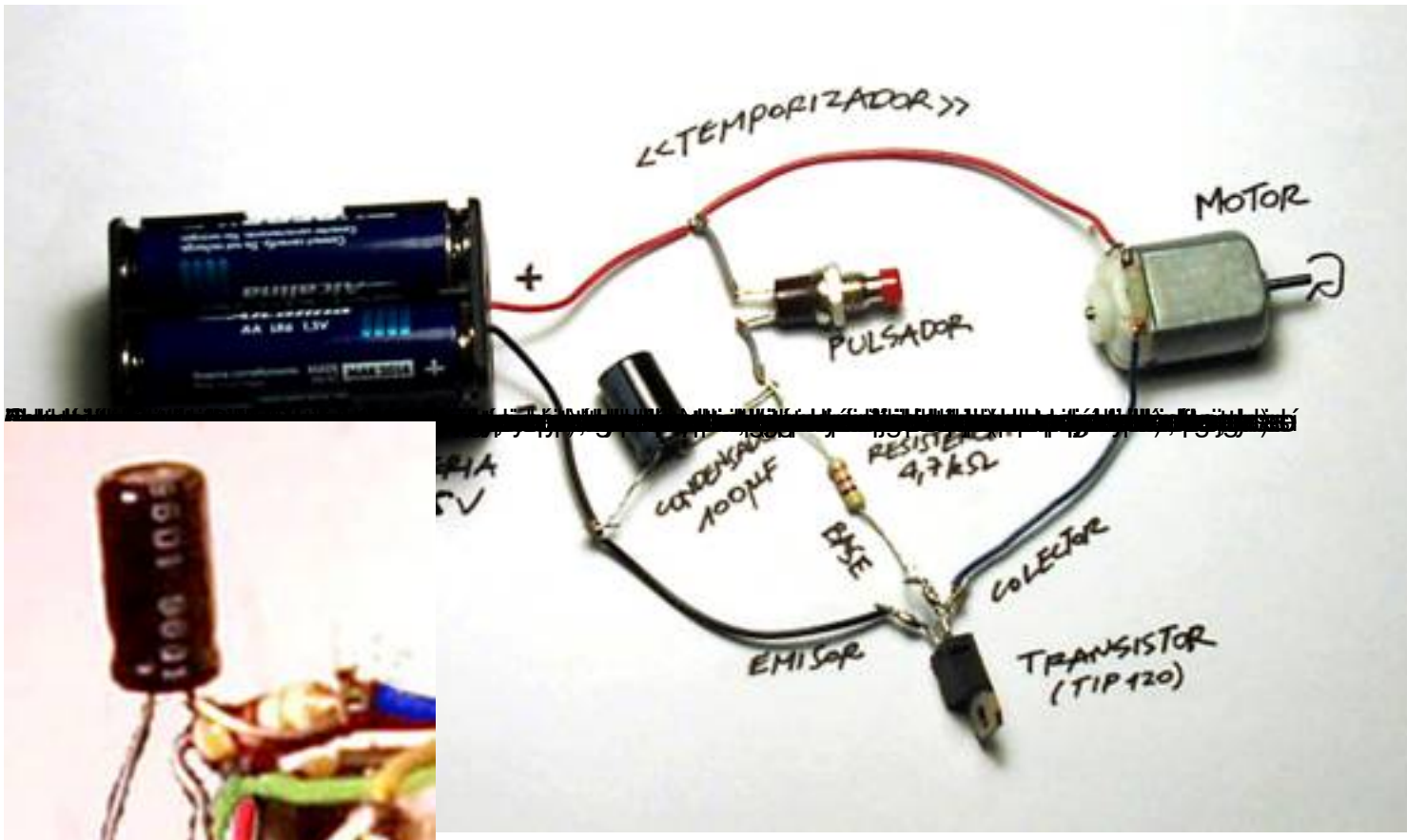
El siguiente paso consiste en pegar todos los elementos sobre el portapilas de 6V. Con la pistola de termofusible caliente, adherimos el perfil en uno de los extremos del portapilas, a continuación, una vez la unión anterior se haya enfriado, pegamos los motores cuidando que sus ejes (en los que insertaremos a presión una funda de cable eléctrico) sobresalgan lo suficiente para que el portapilas roce lo menos posible sobre una superficie horizontal. Después pasamos a pegar los transistores (con las patillas hacia arriba, colocados de canto y con sus dorsos enfrentados) en el centro de la cara frontal del portapilas y con cuidado de que sobresalgan, pero sin llegar a rozar con la superficie horizontal.



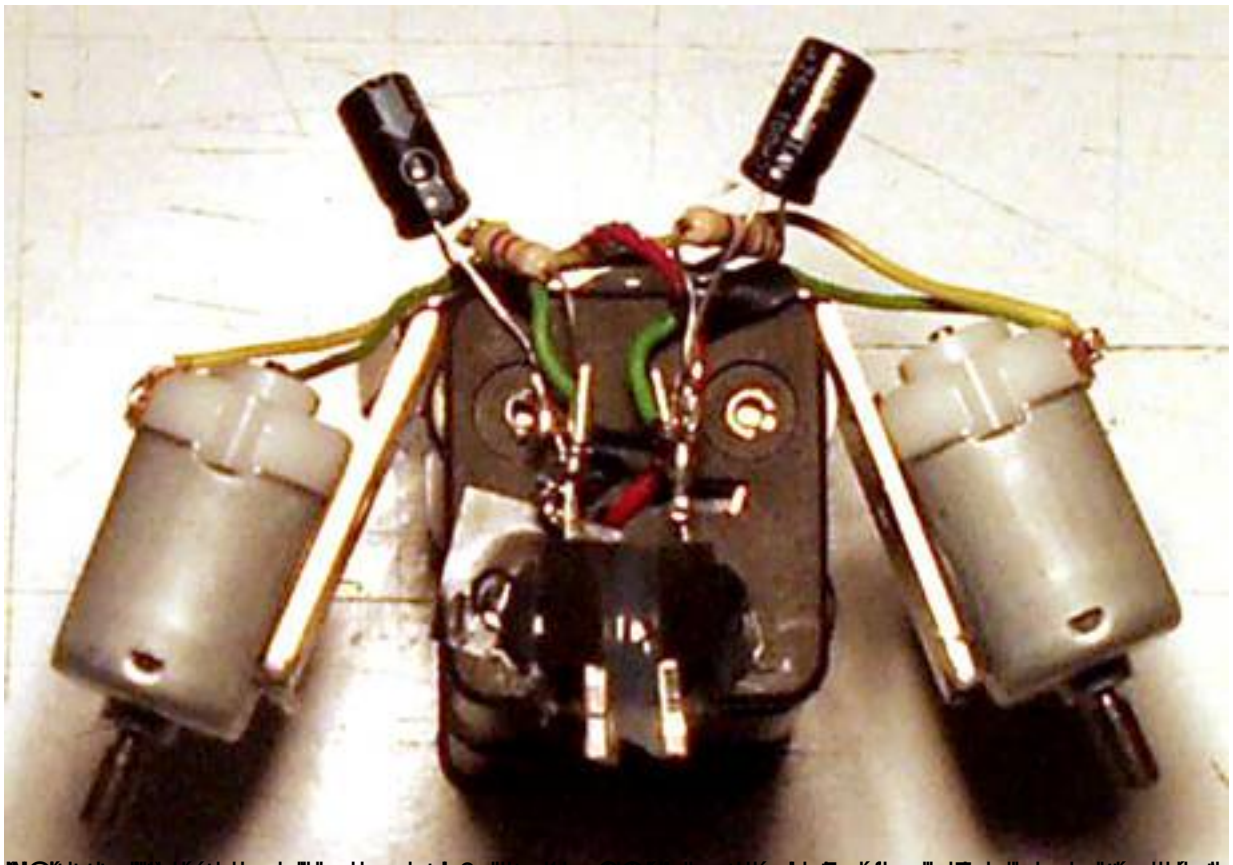


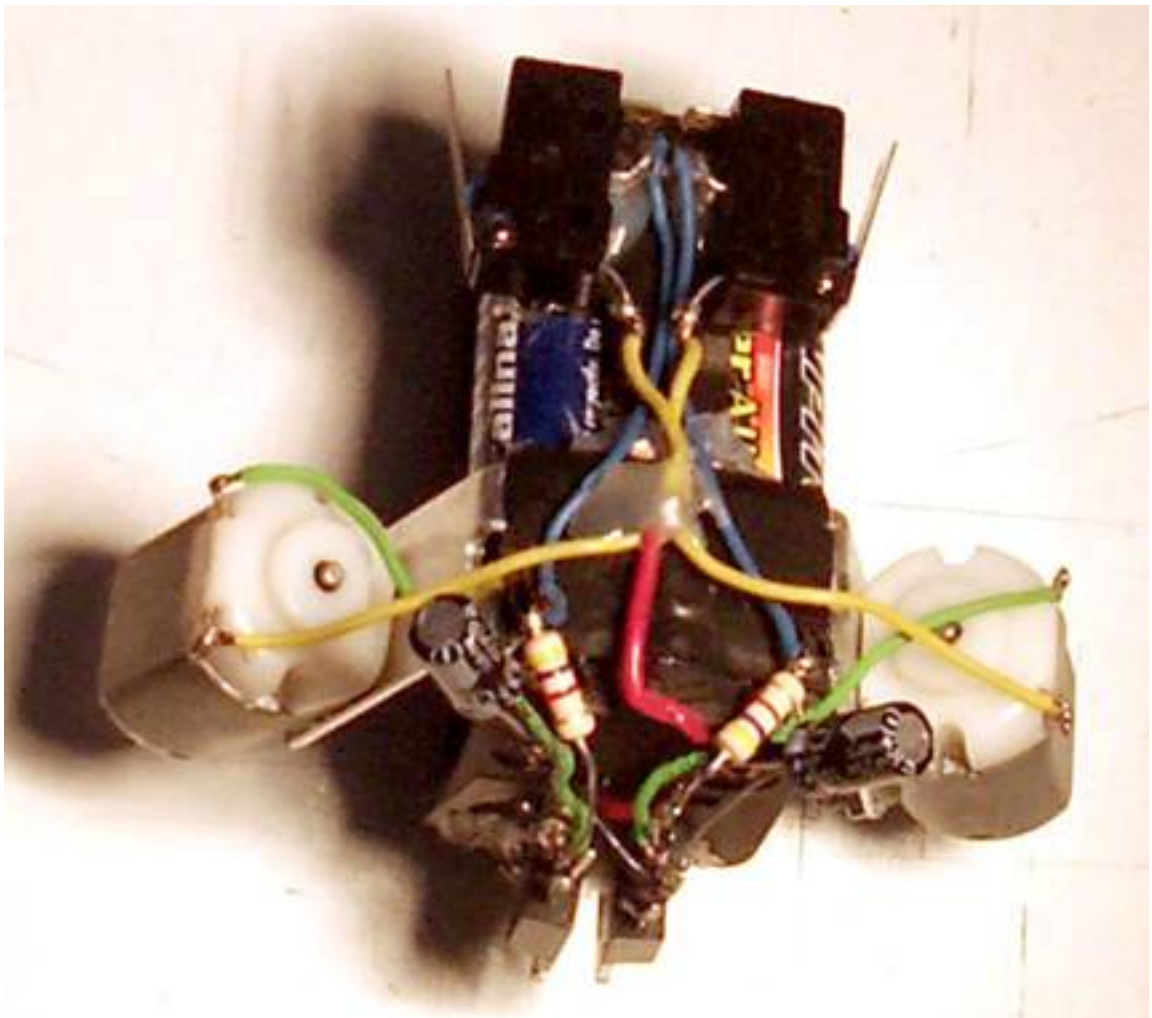
c) robot-bicho capacitivo

Si en el ejemplo anterior sustituimos las sondas por un pulsador, bastará presionarlo para que el motor se accione y nuestro robot-bicho se ponga en marcha, aunque sólo sea para iniciar un giro; el problema es que apenas avanzará, ya que al distanciarse de nuestras manos dejaremos de pulsar para cerrar el circuito que proporciona corriente a la base del transistor. La manera de conseguir un movimiento continuado, al menos durante algunos segundos, podría lograrse incorporando un condensador al circuito.


<<TEMPORIZADOR>>
MOTOR
+
PULSADOR
CONDENSADOR 100μF
RESISTENCIA 4,7kΩ
BASE
COLECTOR
EMISOR
TRANSISTOR (TIP120)







d) Conclusión:

Con escasos conocimientos de electrónica y unos pocos componentes, los alumnos podrán desarrollar un proyecto de robot-bicho que explica en su funcionamiento experimentos científicos elementales como la conductividad del agua o las posibilidades de almacenamiento de pequeñas cantidades de energía eléctrica.

ROBOT-BICHOS ANALÓGICOS II

En este segundo capítulo de la construcción de robot-bichos analógicos continuaremos disponiendo los elementos electrónicos de modo que simulen ser insectos y funcionen de un modo autónomo, ya que la dirección de giro de sus motores se verá alterada por la presencia de luz o temperatura en su entorno próximo.

a) robot-bicho termotrópico

Una forma de lograr que un circuito de control se a sensible al aumento de la temperatura es utilizando un termistor NTC, es decir, una resistencia variable que disminuye de valor en ohmios a medida que aumenta el calor en su superficie.

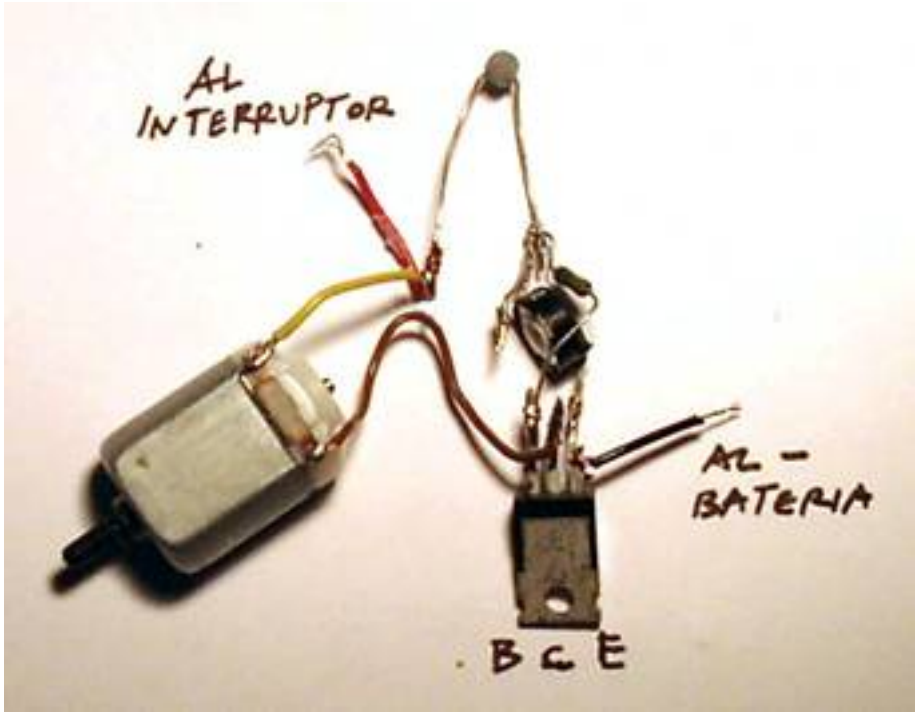
Como puede observarse en el esquema de la figura, el termistor de 4,7 Kohmios (en frío) se une a la patilla libre de la resistencia de 1K conectada a la base del transistor, el cual cumple la función de interruptor-regulador del circuito principal. Cuando aumentamos la temperatura de termistor, simplemente con el contacto prolongado de las yemas de dos de nuestros dedos, su resistencia interna disminuye y la corriente que lo atraviesa alcanza el valor suficiente como para activar la base del transistor, cerrándose la conexión entre el colector y el emisor para que la corriente de la pila llegue hasta el motor y lo haga funcionar.



Cuanto mayor es el calor que acumula el termistor, mayor será la corriente en la base y en el circuito principal (y mayor la velocidad de los motores), hecho que también se observará a la inversa, ya que a medida que la NTC se enfría, una vez el bichoide se ha puesto en movimiento y cede la presión de nuestros dedos sobre sus antenas, la velocidad de los motores va disminuyendo gradualmente hasta que se detienen.

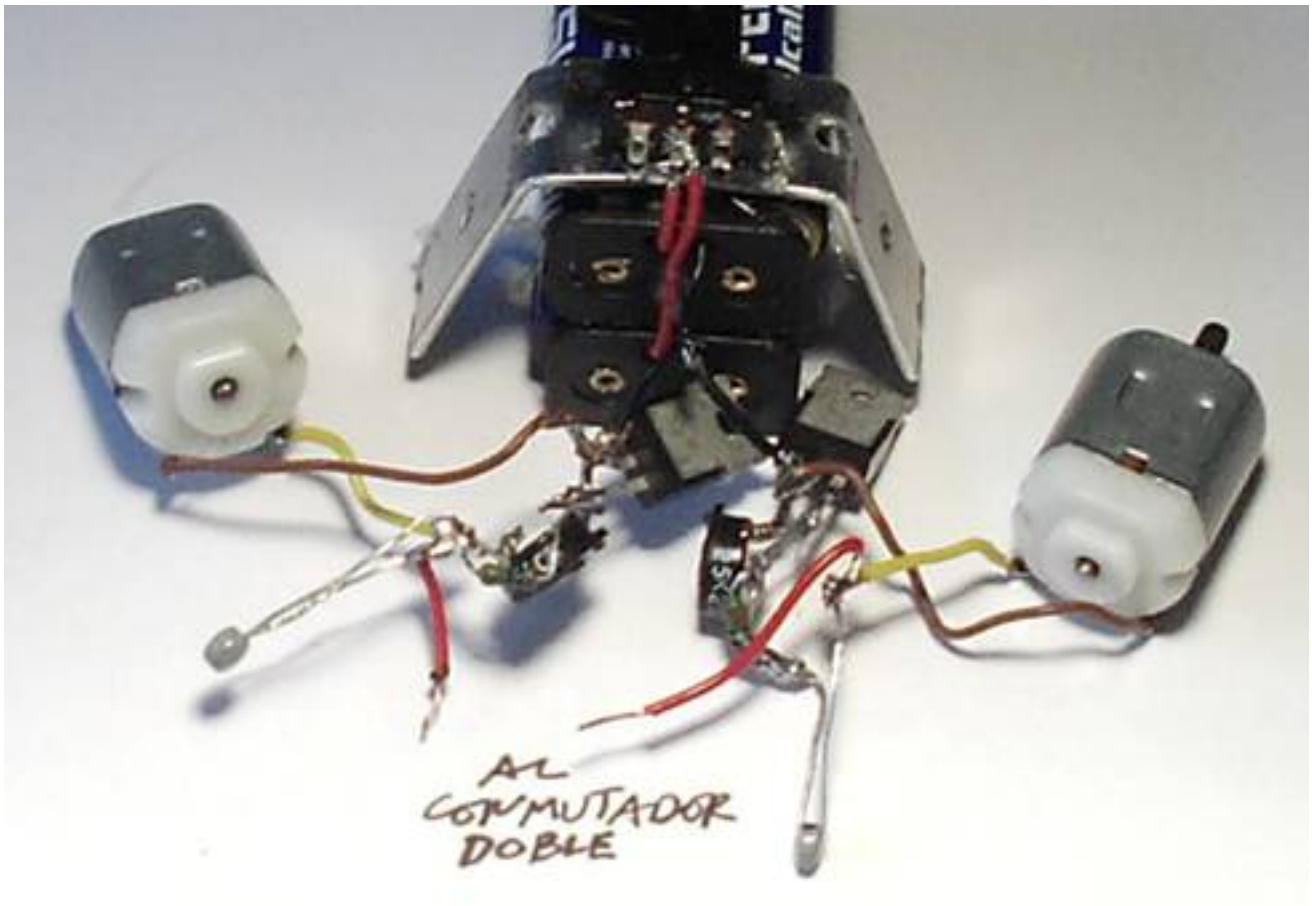
Como sucede que en cada ámbito en el que mostrásemos funcionando al robot-bicho tendríamos una temperatura diferente o porque nuestro calor corporal (y la de nuestros dedos) es cambiante según el momento, necesitamos incorporar al circuito un potenciómetro (de 25 K)

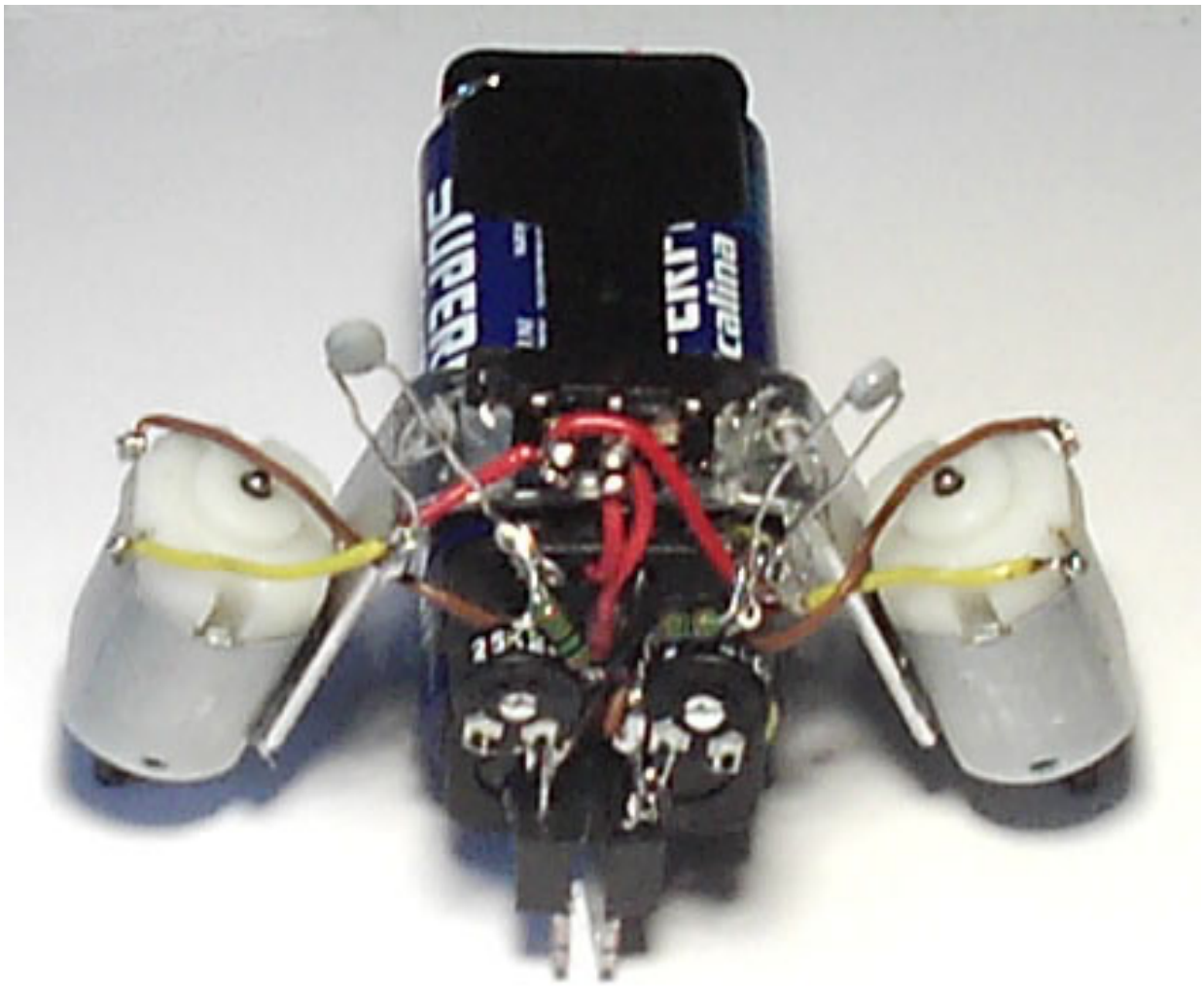
que permita, al variar el valor de su resistencia y de corriente que lo atraviesa, dosificar la mayor o menor entrada de corriente en la base, de tal modo que el insectoide pueda funcionar de manera casi idéntica en cualquier circunstancia.



El punto de partida es la conexión de los elementos electrónicos que accionan cada motor por separado, ya que en este caso la configuración de ambos circuitos no es en paralelo compartiendo la batería, sino que serán independientes y el cuerpo del insectoide estará formado por dos portapilas de 3 V superpuestos.

Antes de abordar la soldadura hay que recortar las patillas de la resistencia de base a la mitad de su longitud en uno de sus extremos, y preparar unos cables: dos para conectar a los bornes del motor, uno de 6 cm y otro de 3 cm, así como otros dos de 3 cm para la alimentación; también conviene romper la patilla sobrante del potenciómetro.

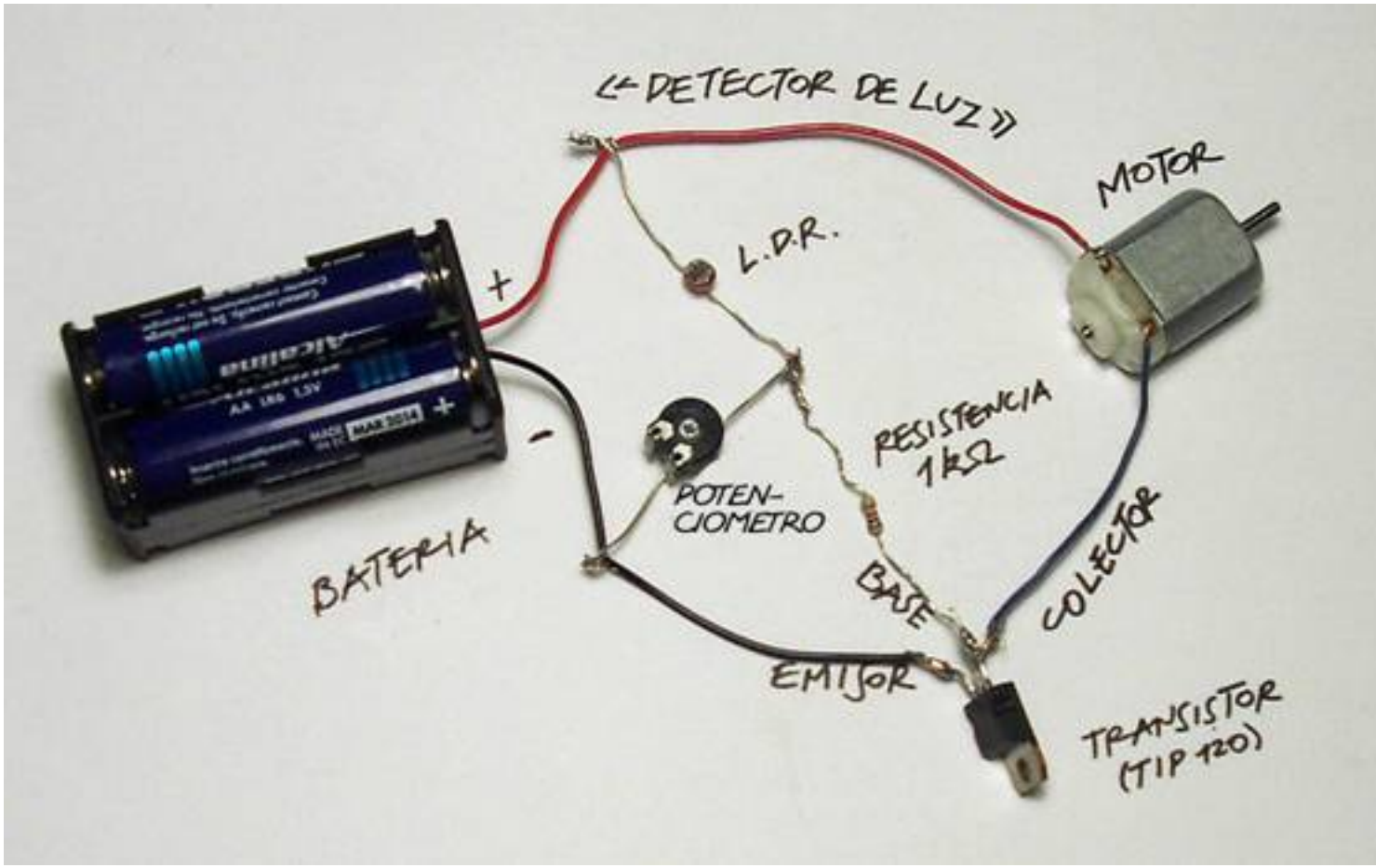

AL
CONMUTADOR
DOBLE



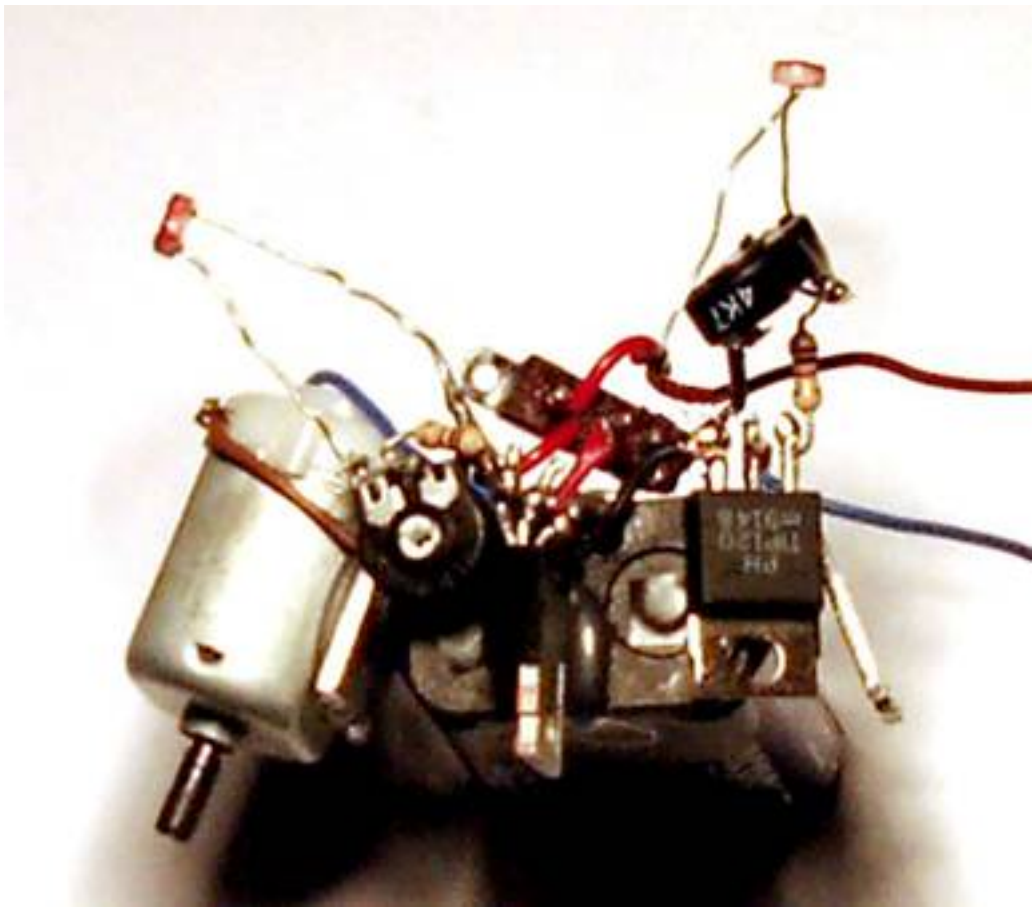
b) robot-bicho fototrópico

Si en el circuito anterior sustituimos el termistor por una LDR, es decir, una resistencia dependiente de la luz, el bichoide podrá ser conducido utilizando una linterna que incida alternativamente en las LDR convertidas en antenas. Esta resistencia también varía su magnitud en Kohmios de modo inverso a la exposición de luz que recibe: cuando está a oscuras su resistencia es alta y la corriente que circula por la base es insuficiente para encender el transistor, que al actuar como interruptor/regulador del circuito principal, no permite que se cierre el camino eléctrico que une pila y motor; lo contrario sucederá cuando el valor de resistencia disminuya debido a la incidencia de luz sobre ella.

La presencia del resistor variable, conectado de modo que se crea un camino alternativo para la corriente que previamente ha atravesado la LDR, nos permite calibrar el funcionamiento del transistor a un determinado nivel de luz, ya que la corriente que circula hacia la base será proporcional al valor resistivo del potenciómetro: cuanto mayor sea su valor óhmico, más corriente se dirigirá hacia la base para activar el transistor.

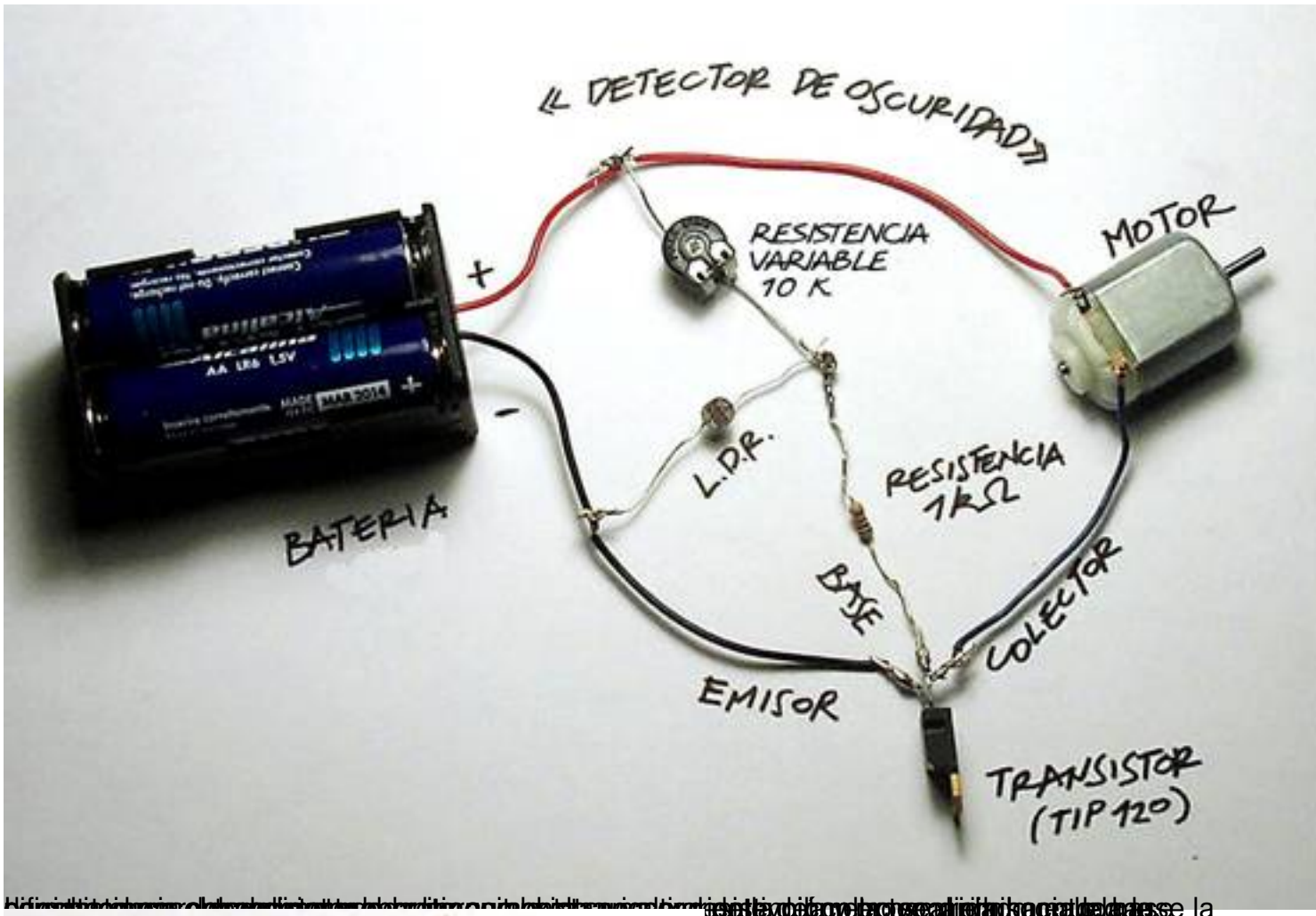


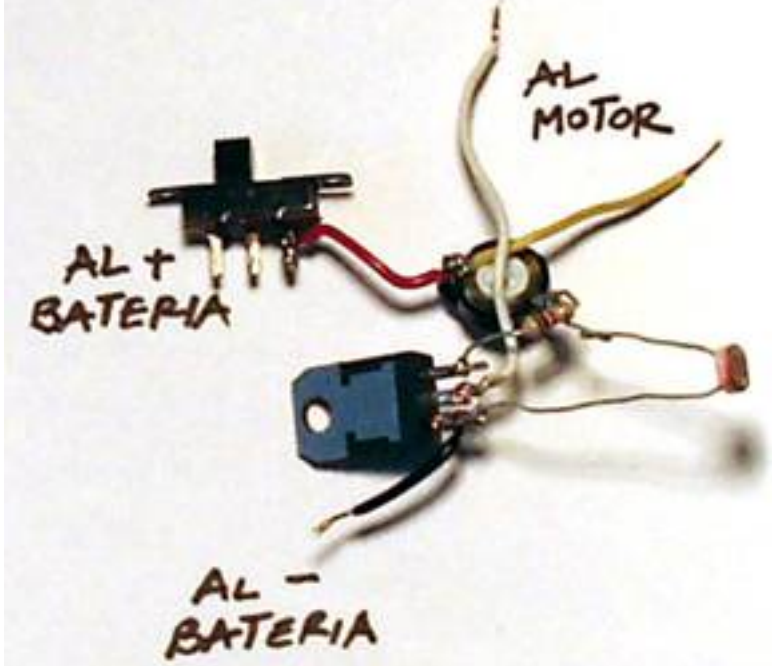
Para el montaje de este robot-bicho se utiliza un solo portapilas de 3V, de modo que la corriente suministrada por la batería será compartida para activar los circuito electrónico de ambos motores en una configuración en paralelo y a través de un conmutador simple. El proceso de preparación y conexionado de los componentes es similar al del ejemplo termotrópico, empleando ahora un potenciómetro de 4,7 Kohmios.

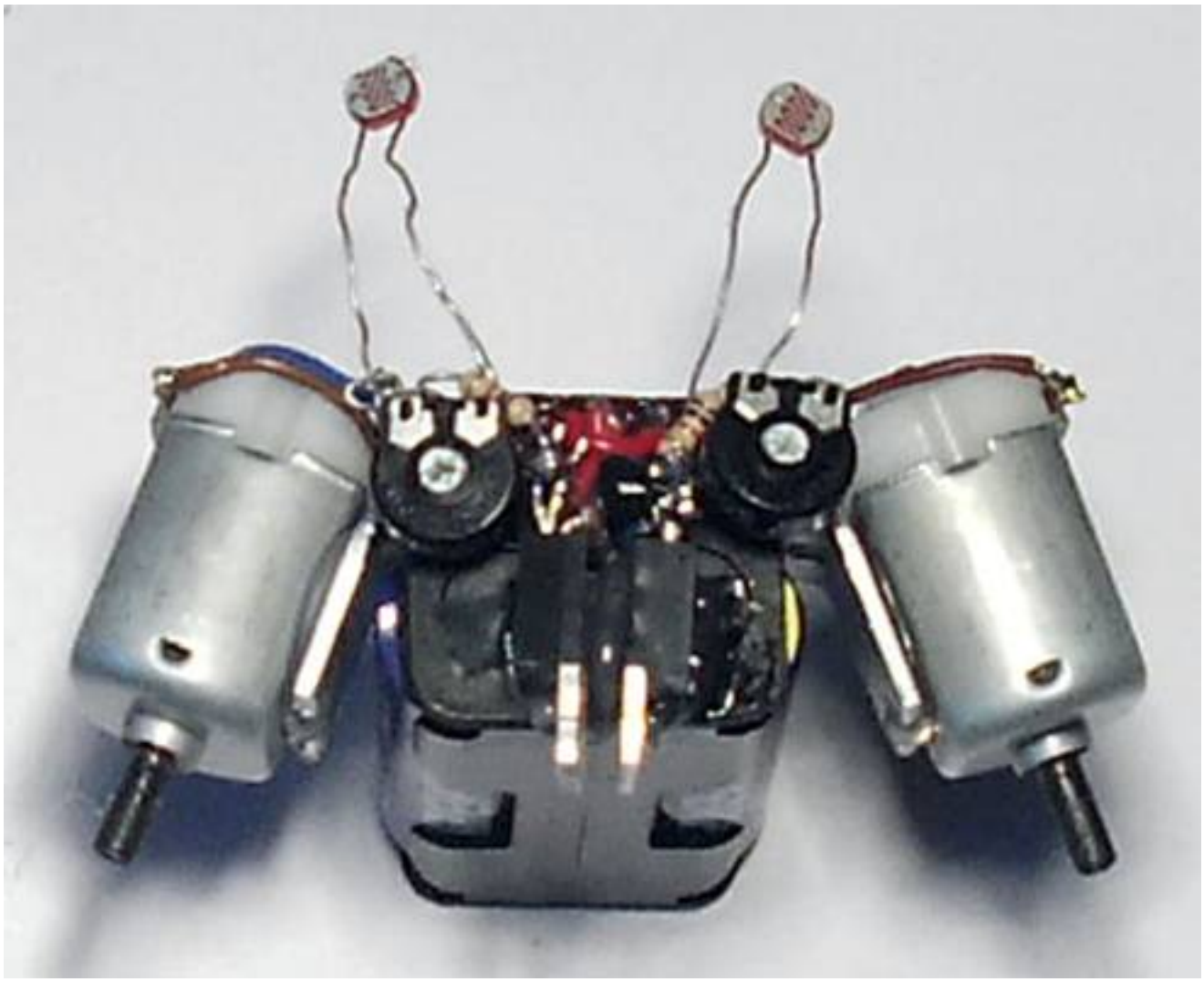


c) robot-bicho fotófobo

Existe también la posibilidad de que nuestro bichoide reaccione, al contrario que en el ejemplo anterior, ante la ausencia de luz y que la incidencia de ésta sobre las LDR actúe de modo que se paralicen los motores; de nuevo la presencia de un potenciómetro de 10 K en el circuito electrónico servirá para establecer el nivel de penumbra en el que el robot-bicho se desplace libremente en línea recta, hasta que focalicemos la luz en alguna de sus antenas provocando su giro hacia el lado contrario, es decir, huyendo de nuestro foco o linterna.


« DETECTOR DE OSCURIDAD »
RESISTENCIA VARIABLE 10 K
MOTOR
+
-
BATERIA
L.D.R.
RESISTENCIA 1KΩ
BASE
COLECTOR
EMISOR
TRANSISTOR (TIP 120)

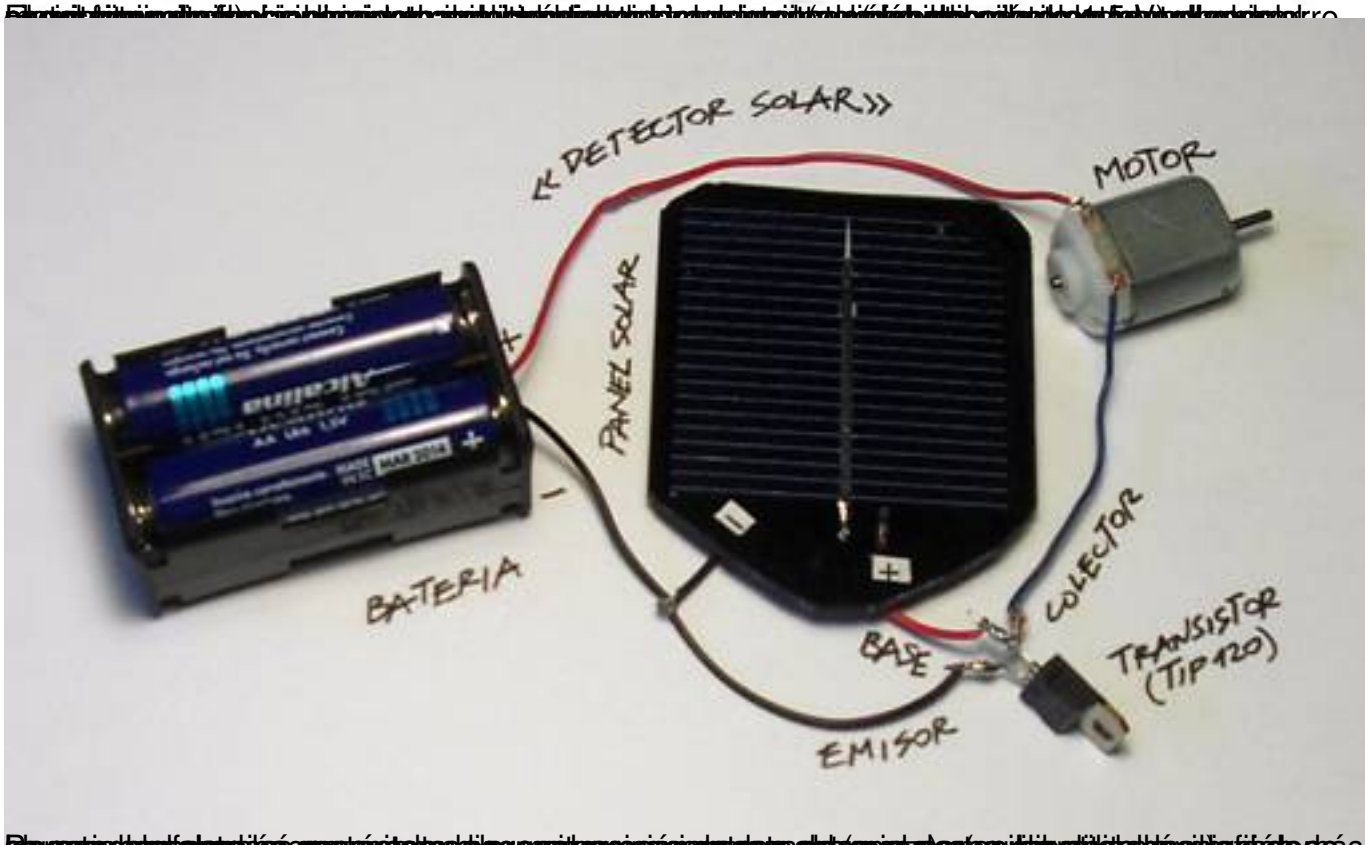

AL MOTOR
AL + BATERIA
AL - BATERIA

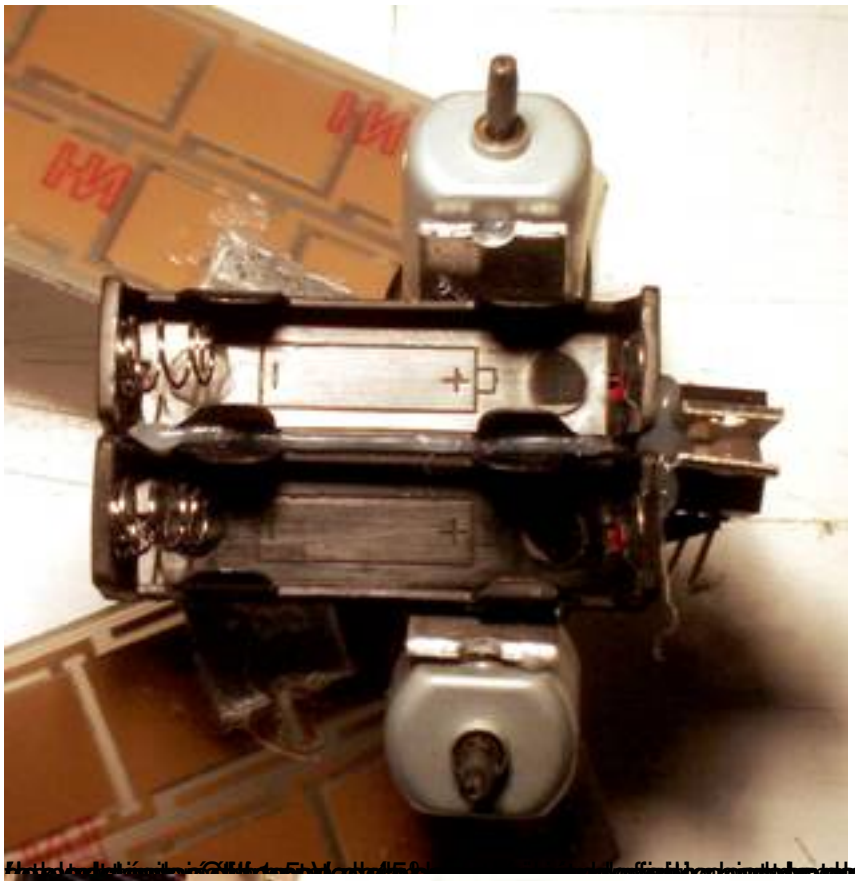


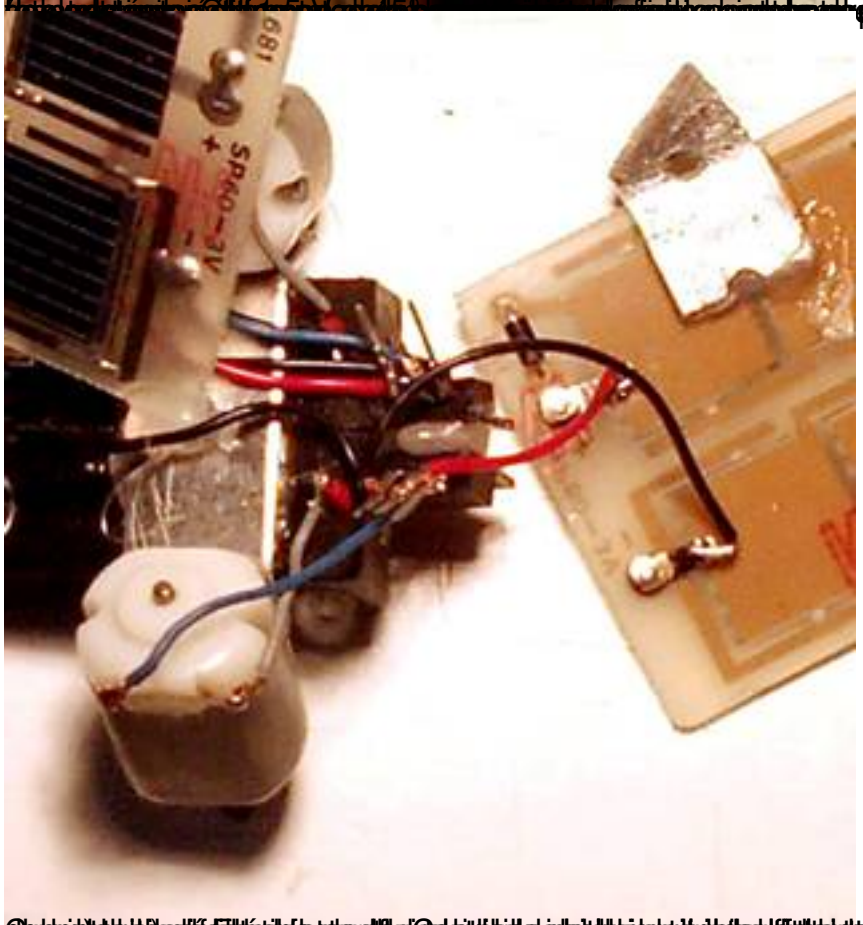
d) robot-bicho fotovoltaico

La disposición de dos pequeños paneles fotovoltaicos sobre el portapilas (abdomen) a modo de alas a medio desplegar, confiere a este robot-bicho de un aspecto muy atractivo y singular, siendo además sorprendente verlo en acción ya que dirigiendo la luz de una linterna o un flexo hacia los paneles, podremos guiarlo hacia un punto determinado.




«DETECTOR SOLAR»
MOTOR
PANEL SOLAR
+
-
BATERIA
COLECTOR
BASE
TRANSISTOR
(TIP120)
EMISOR





e) Conclusión

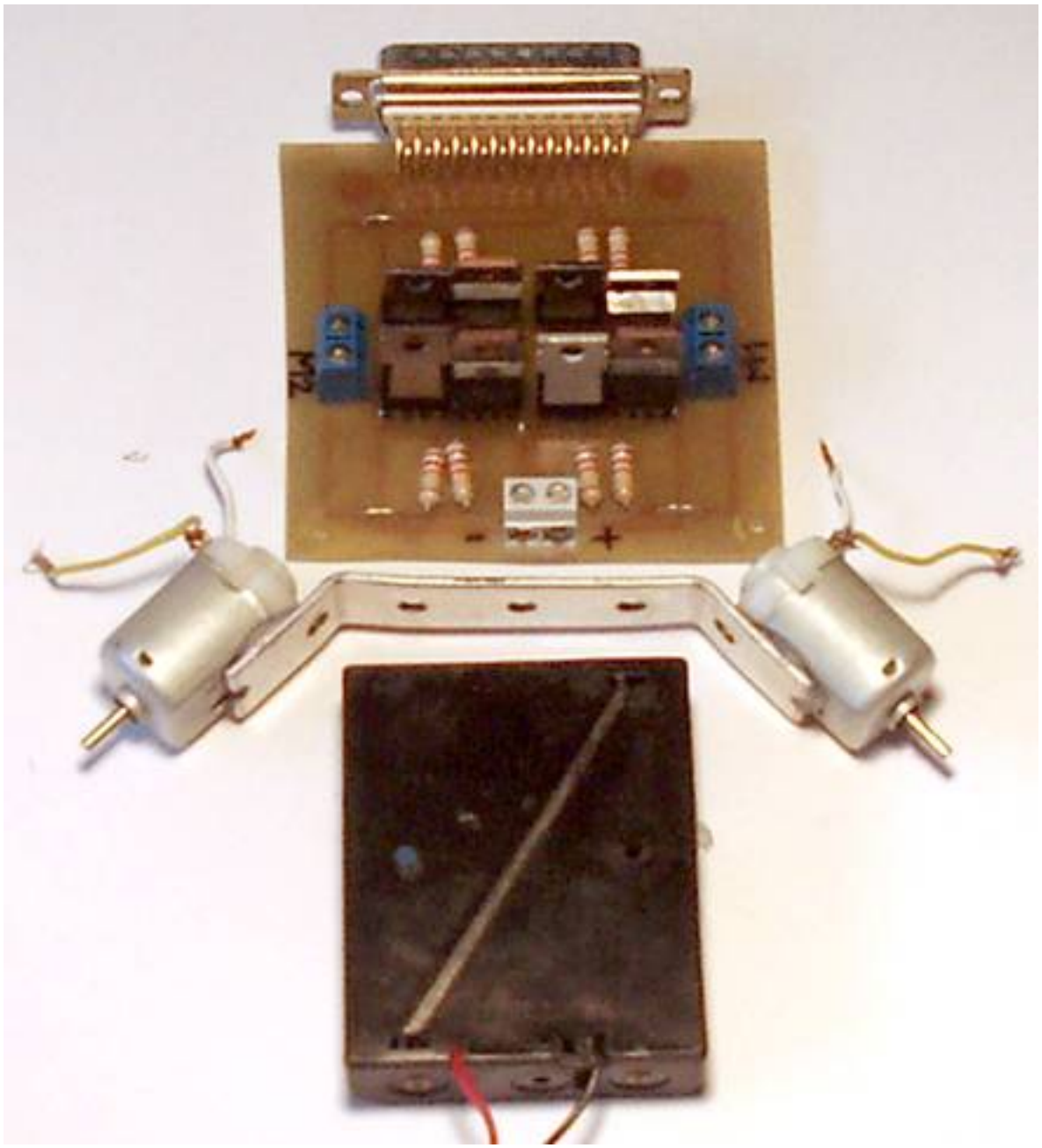
He utilizado en los robot-bichos una serie de circuitos simbólicos básicos que son los más comunmente utilizados en los libros de texto para explicar los principios de la electrónica, pero que no suelen pasar de ser unos esquemas gráficos sobre papel que en ocasiones, por falta de medios, no se ponen en práctica para hacerlos más inteligibles y atractivos para el alumno.

ROBOT-BICHOS DIGITALES
a) Introducción

Cualquier proyecto de robótica tiene como objetivo lograr la comunicación del robot con un ordenador, y que éste permita la programación de sus comportamientos utilizando un software de lenguaje natural. Entre ambos dispositivos se sitúa una tarjeta controladora que, en su función de interfase, se conecta por un lado a un puerto del ordenador, y por otro a los motores.

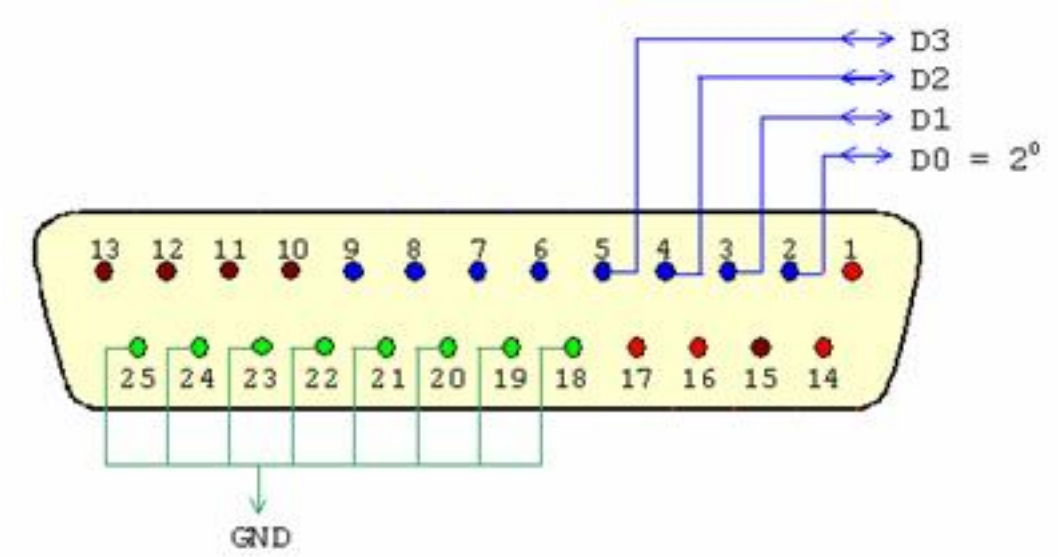
Teniendo en cuenta el bajo valor de potencia eléctrica consumido por los robot-bichos, será necesario diseñar una tarjeta de reducido tamaño, de fácil sujeción sobre el portapilas, compuesta del mínimo de componentes electrónicos y sin presencia de relés (utilizados para determinar el sentido de salida de la corriente hacia el motor) que encarezcan su coste.

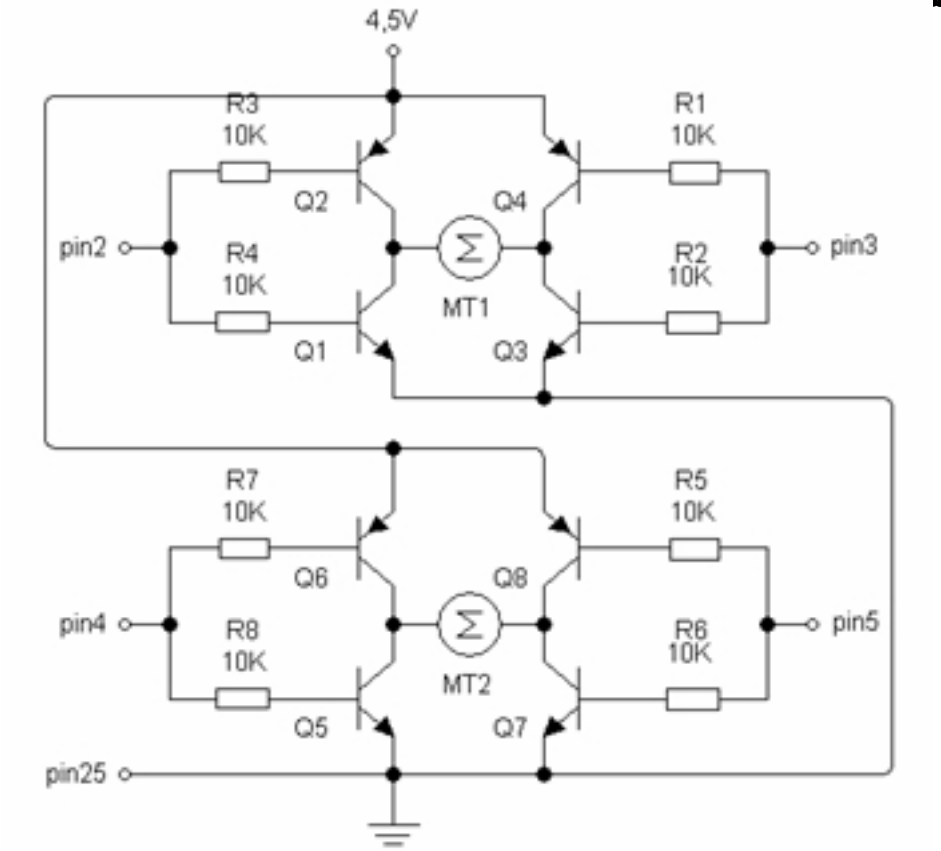
Podemos programar nuestra tarjeta “controla-bichos” utilizando el lenguaje LOGO, de fácil aprendizaje para alumnos de secundaria; una vez conectada la tarjeta al puerto paralelo del ordenador, a su batería de alimentación y a los motores del insectoide, crearemos sencillos programas que automaticen sus movimientos, logrando incluso poder controlarlo directamente a través del teclado en tiempo real.



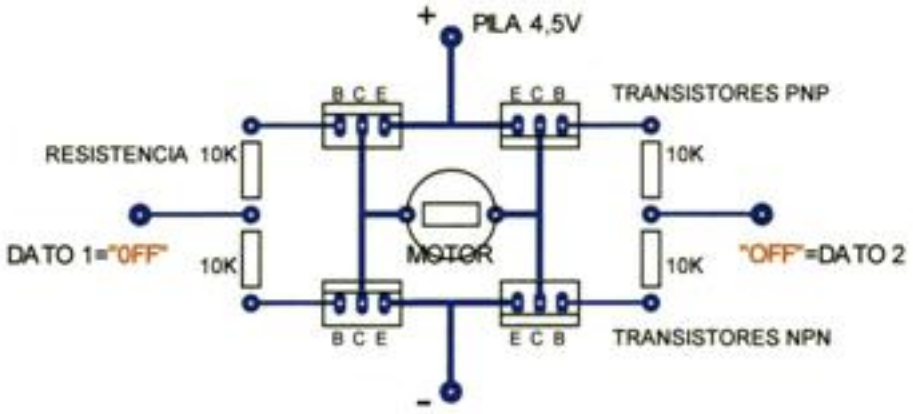
b) Diseño de la tarjeta controladora

El puerto paralelo del ordenador se ha utilizado, antes de la generalización del standard USB para la conexión de periféricos, como puerto para el intercambio de datos con la impresora, pero la sencilla configuración de funciones en sus patillas, nos permite también utilizarla en aplicaciones como la nuestra, en la que sólo se necesitan intercambiar 4 bits de datos en la salida, es decir, una cantidad muy pequeña de información en código binario a procesar, algo que está perfectamente al alcance de la comprensión de nuestros alumnos.

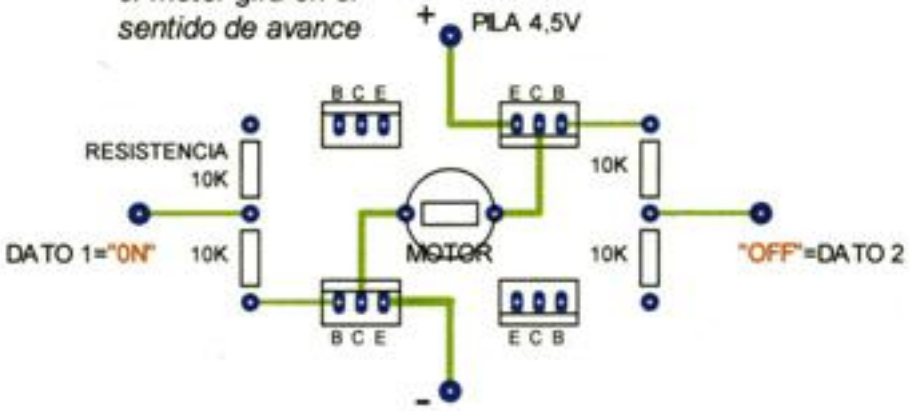

D3
D2
D1
D0 = 2°
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14
GND


4,5V
R3
10K
R1
10K
Q2
Q4
pin2
R4
10K
MT1
R2
10K
pin3
Q1
Q3
R7
10K
R5
10K
Q6
Q8
pin4
R8
10K
MT2
R6
10K
pin5
Q5
Q7
pin25

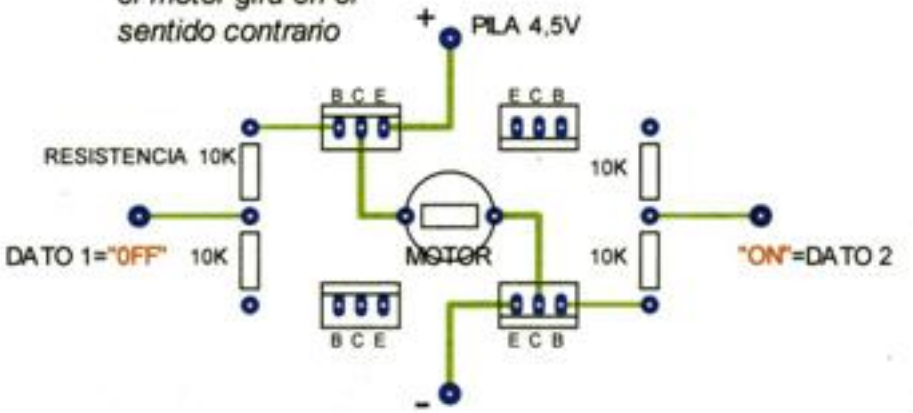
motor controlado desde el puerto paralelo del ordenador

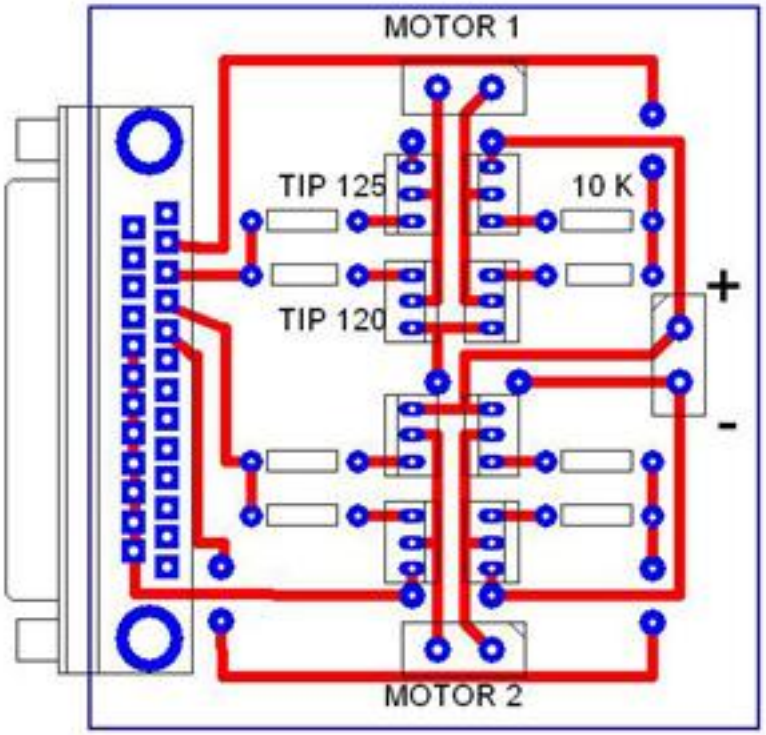


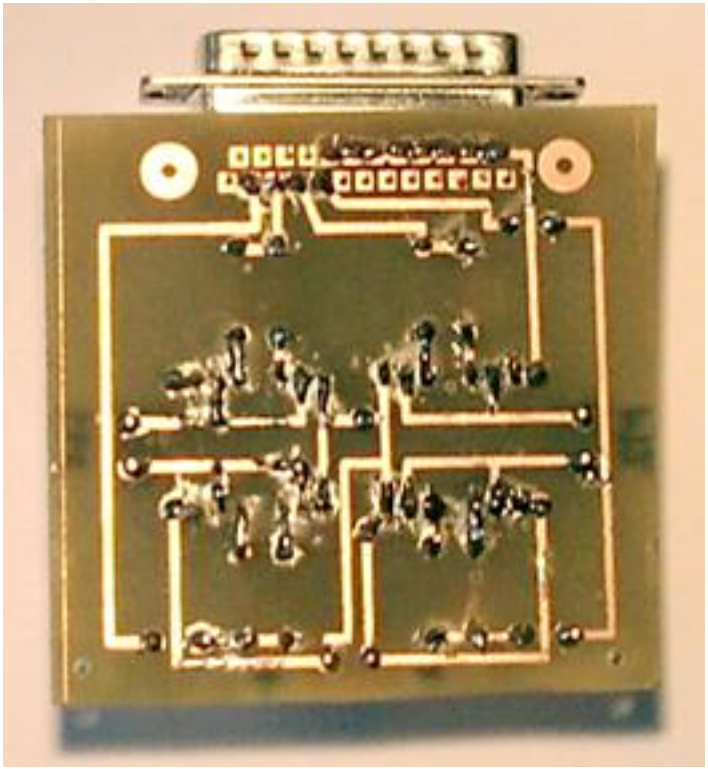
el motor gira en el sentido de avance



el motor gira en el sentido contrario







c) Programación de la tarjeta

Para automatizar los movimientos del bichoide utilizo el programa gratuito MsLogo, que utiliza un lenguaje de programación muy sencillo de comprender (y en castellano) . La instrucción *ES CRIBEPUERTO 888*
es la que me va a servir para, a través del puerto paralelo, enviar a los motores los datos 1, 2, 4

ó 8 (que corresponden a la numeración en binario) para que funcionen independientemente y girando en uno u otro sentido; para que funcionen ambos a la vez debo sumar dichas cifras y enviar los datos 5, 6, 9 ó 10. Los siguientes programas sirven de ejemplo:

PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA ROBOT-BICHOS CON LOGO

PARA OFF

ESCRIBEPUERTO 888 **0**

FIN *(se desconectan los dos motores)*

PARA DATOS

ESCRIBEPUERTO 888 **1** ESPERA 100 OFF *(el motor 1 gira un segundo y se para)*

ESCRIBEPUERTO 888 **2** ESPERA 100 OFF *(cambia el sentido de giro un seg. y se para)*

ESCRIBEPUERTO 888 **4** ESPERA 100 OFF *(el motor 2 gira un segundo y se para)*

ESCRIBEPUERTO 888 **8** ESPERA 100 OFF *(cambia el sentido de giro un seg. y se para)*

FIN

PARA AVANCE

ESCRIBEPUERTO 888 **5** ESPERA 200 OFF

FIN *(el insectoide avanza dos segundos y se para)*

PARA ATRAS

ESCRIBEPUERTO 888 **10** ESPERA 200 OFF

FIN *(retrocede durante dos segundos y se para)*

PARA GIRO_D

ESCRIBEPUERTO 888 **9** ESPERA 50 OFF

FIN (*gira a la derecha medio segundo y se para*)

PARA GIRO_I

ESCRIBEPUERTO 888 **6** ESPERA 50 OFF

FIN (*gira a la izquierda medio segundo y se para*)

PARA ZIGZAG

GIRO_I

GIRO_D

AVANCE

ATRAS

FIN *(se mueve con los procedimientos definidos anteriormente)*

PARA TECLA

HAZ “X LC *(lee carácter pulsado en el teclado)*

SI :X = “Y [AVANCE] *(asigna la tecla “Y” para avanzar)*

SI :X = “H [ATRAS] *(asigna la tecla “H” para retroceder)*

SI :X = “U [GIRO_D] *(asigna la “U” para girar a la derecha)*

SI :X = “T [GIRO_I] *(asigna la “T” para girar a la izquierda)*

TECLA *(repite el programa indefinidamente)*

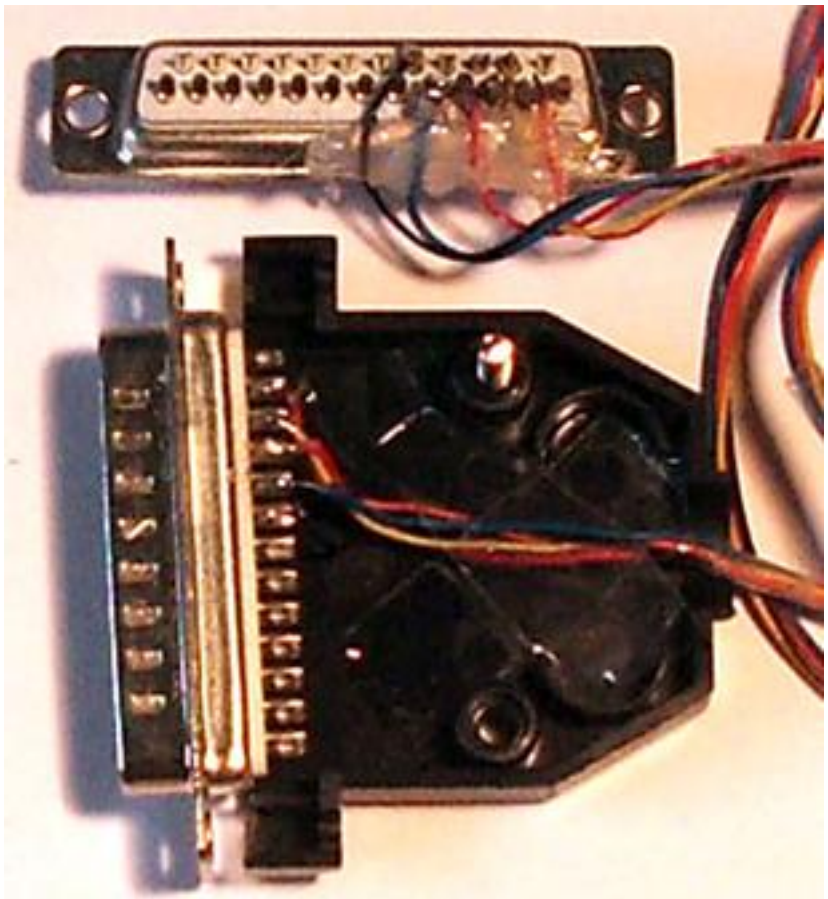
FIN

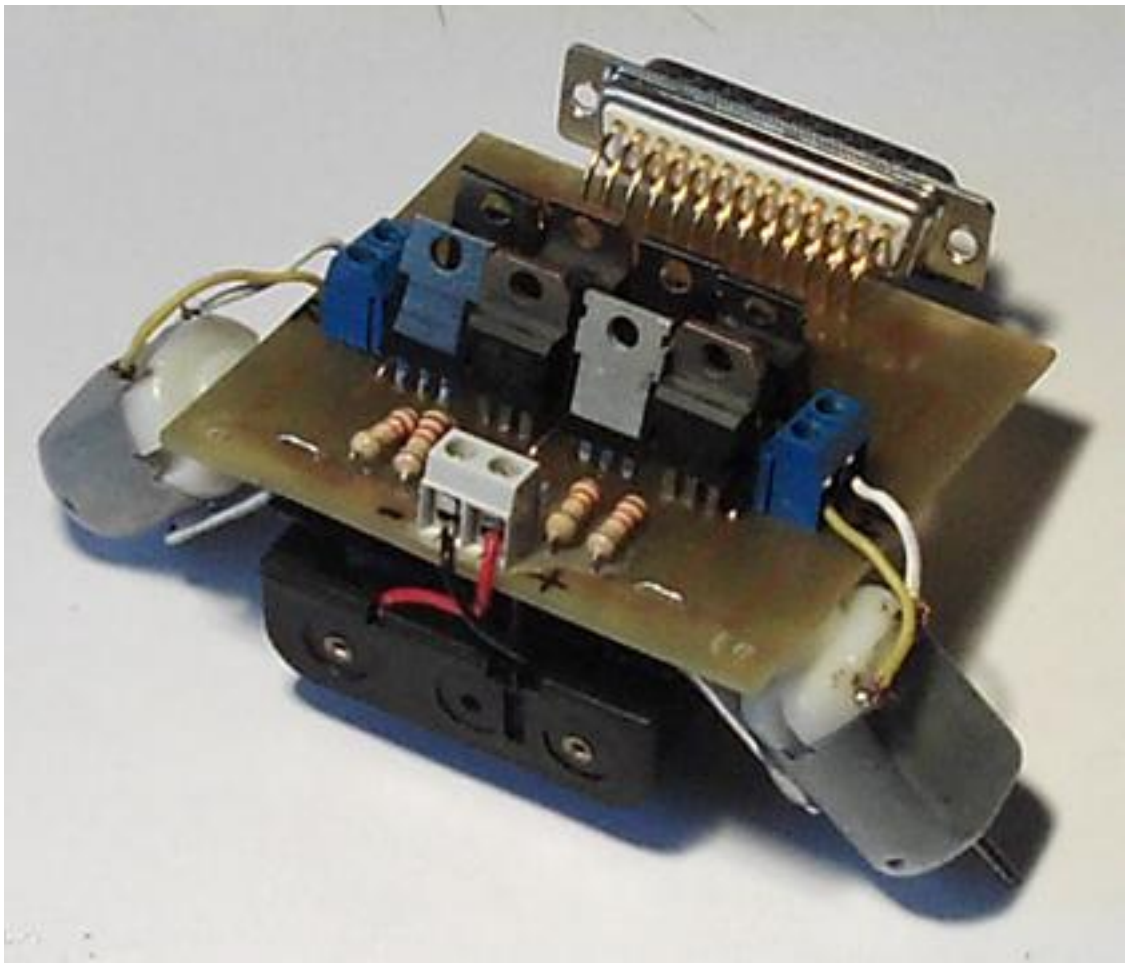
NOTA: el último ejemplo (una vez definidos los prodcedimientos que lo integran) nos permitiría el control del robot-bicho desde el teclado en tiempo real, y una vez en funcionamiento, la posibilidad de trazar trayectorias termina sólo cuando pulsemos la tecla *Esc*.

Como queda patente, no se necesita cargar ninguna instrucción que inicialice la tarjeta, sino que se programa casi en lenguaje máquina, expresando los datos que van a controlar los motores en código binario.

d) Montaje del robot-bicho y su cableado

Cuando la placa controladora esté terminada, podremos construir el robot-bicho pegando los motores (con un cable de unos 4 cm soldado en cada borne) al perfil y éste al portapilas; la tarjeta se situará sobre la batería sujeta con pegamento o con un velcro adhesivo.





e) Conclusión:

Para construir un pequeño robot programable no hace falta efectuar grandes inversiones ni tener profundos conocimientos de electrónica, tampoco es necesario utlizar un sistema propietario que obligue a utilizar componentes comerciales no estandarizados ni localizables en cualquier tienda de electrónica. El proceso de desarrollo y montaje de una placa controladora como la propuesta permitiría iniciarse a cualquier alumno en el campo de la robótica básica de una forma atractiva y sin dedicar excesivo tiempo en este objetivo.