

Capítulo 6

Fuentes de energía

6.1 Tecnologías de pilas y baterías empleadas en la robótica

La fuente de energía es el dispositivo que le permite al sistema de tracción, a los sensores y al sistema de control realizar sus funciones, debido a esto la fuente de alimentación debe cumplir las características que le permitan a los dispositivos funcionar adecuadamente, es decir que debe tener la capacidad de proporcionar la potencia eléctrica, lo que está directamente relacionado con el tamaño de la fuente de alimentación, pero se espera también que esta fuente de alimentación sea reducida en peso, por lo tanto se debe llegar a un acuerdo en cuanto al tamaño de la fuente de alimentación y la potencia requerida.

Existen varias tecnologías de las fuentes de alimentación que tienen distintas características como la capacidad específica de energía que es la cantidad de energía que pueden proporcionar por unidad de masa.

Las características de calidad que debe de presentar la fuente de alimentación son:

Disponibilidad, la energía debe estar disponible por el tiempo que la necesitemos para hacer las pruebas y más aún para una competencia.

Tensión, la batería debe mantener la tensión durante la mayor parte del tiempo del proceso de descarga.

Existen varios tipos de baterías que dependen de la tecnología que tenga el elemento productor de la energía, todas las baterías generan la energía por medio reacciones químicas que pueden ser reversibles en el caso de las pilas recargables o bien no reversibles en el caso de las baterías alcalinas, que no suelen emplearse en la robótica debido al costo. Así tenemos que existen los siguientes tipos de baterías.

Una batería recargable (también llamada acumulador) es un grupo de una o más celdas electroquímicas reversibles.

Cuando la reacción transcurre en un sentido, se agotan los materiales de la pila mientras se genera una corriente eléctrica.

Cuando la reacción transcurre en sentido inverso, es necesaria una corriente eléctrica para regenerar los materiales consumidos.

6.1.1 Baterías Alcalinas

También denominada de ferróníquel, sus electrodos son láminas de acero en forma de rejilla con panales rellenos de óxido níqueloso (NiO), que constituyen el electrodo positivo, y de óxido ferroso (FeO) el negativo, estando formado el electrolito por una disolución de potasa cáustica (KOH). Durante la carga se produce un proceso de oxidación anódica y otro de reducción catódica, transformándose el óxido níqueloso en níquelico y el óxido ferroso en hierro metálico. Esta reacción se produce en sentido inverso durante la descarga.

En 1866, Georges Leclanché inventa en Francia la pila Leclanché, precursora de la pila seca (Zinc-Dióxido de Manganeso), sistema que aún domina el mercado mundial de las baterías. Las pilas alcalinas (de “alta potencia” o “larga vida”) son similares a las de Leclanché, pero en vez de cloruro de amonio, llevan cloruro de sodio o de potasio. Duran más porque el zinc no está expuesto a un ambiente ácido como el que provocan los iones amonio en la pila convencional. Como los iones se mueven más fácilmente a través del electrolito, produce más potencia y una corriente más estable.

Su mayor costo se deriva de la dificultad de sellar las pilas contra las fugas de hidróxido. Casi todas vienen blindadas, lo que impide el derramamiento de los constituyentes. Sin embargo, este blindaje no tiene duración ilimitada. Tienen las siguientes características:

El electrolito es básico (alcalino), porque contiene KOH.

La superficie interior del recipiente de Zn es áspera; esto proporciona un área de contacto mayor.

Las baterías alcalinas tienen una vida media mayor que las de las celdas secas comunes y resisten mejor el uso constante.

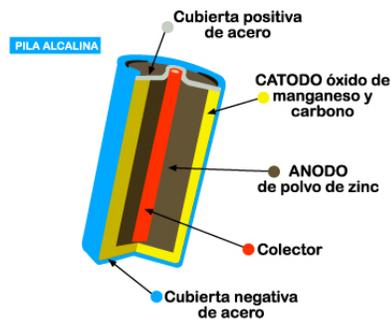


Figura 6.1 Estructura de una batería alcalina

6.1.2 Pilas alcalinas de magnesio

Con un contenido de mercurio que ronda el 0,1% de su peso total, es una versión mejorada de la pila anterior, en la que se ha sustituido el conductor iónico cloruro de amonio por hidróxido de potasio. El recipiente de la pila es de acero, y la disposición del zinc y del óxido de manganeso (IV) (o dióxido de manganeso) es la contraria, situándose el zinc, ahora en polvo, en el centro. La cantidad de mercurio empleada para regularizar la descarga es mayor. Esto le confiere mayor duración, más constancia en el tiempo y mejor rendimiento. Por el contrario, su precio es más elevado. También suministra una fuerza electromotriz de 1,5 V. Se utiliza en aparatos de mayor consumo como: grabadoras portátiles, juguetes con motor, flashes electrónicos, etc.

El ánodo es de zinc amalgamado y el cátodo es un material polarizador compuesto en base a dióxido de manganeso, óxido de mercurio (II) mezclado con grafito, y en casos raros, óxido de plata Ag_2O (estos dos últimos son muy costosos, peligrosos y tóxicos), a fin de reducir su resistividad eléctrica. El electrolito es una solución de hidróxido potásico (KOH), el cual presenta una resistencia interna muy baja, lo que permite que no se tengan descargas internas y la energía pueda ser acumulada durante mucho tiempo. Este electrolito, en las pilas comerciales se endurece con gelatinas o derivados de la celulosa.

Contiene un compuesto alcalino, llamado Hidróxido de Potasio. Su duración es seis veces mayor que la de la pila de zinc-carbono. Está compuesta por dióxido de manganeso, MnO_2 , hidróxido de potasio (KOH), pasta de zinc (Zn), amalgamada con mercurio (Hg, en total 1%), carbón o grafito (C). Según la Directiva Europea del 18 de marzo de 1991, este tipo de pilas no pueden superar la cantidad de 0,025% de mercurio.

6.1.3 Baterías de Ni-Cd

Comúnmente abreviadas NiCd o NiCad son un tipo de baterías recargables que utiliza hidróxido de níquel y cadmio metálico como electrodos. La abreviatura NiCad es una marca registrada de la corporación SAFT. Hay dos tipos de pilas de NiCd, selladas y ventiladas, pero la mayor parte de las pilas que se utilizan en robótica son del tipo selladas.

Las pilas de NiCd pueden ser utilizadas individuales o ensambladas dentro de paquetes de baterías que contienen dos o más baterías. Las baterías pequeñas de NiCd son utilizadas para dispositivos electrónicos portátiles o juguetes además de otras aplicaciones como electrodomésticos.

Utilizan un cátodo de hidróxido de níquel y un ánodo de un compuesto de cadmio. El electrolito es de hidróxido de potasio. Su densidad de energía es de 50 Wh/kg, lo que hace que tengan poca capacidad. Admiten sobrecargas. Admiten un gran rango de

temperaturas de funcionamiento. Voltaje proporcionado: 1,2V. Capacidad usual: 0.5 a 1.0 Amperios (en pilas tipo AA). Tienen un efecto de memoria que consiste que la batería pierde capacidad de almacenar energía dependiendo del nivel de descarga a la que se recarga la energía, es decir mientras la batería no se descargue totalmente esta perderá parte de su capacidad total de almacenamiento de energía.

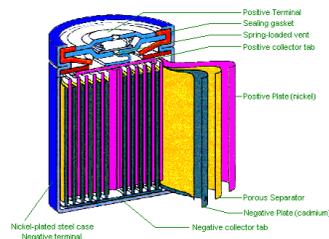


Figura 6.2 Estructura de una batería de Ni-Cd

Estas baterías se recargan haciendo pasar un corriente eléctrica en sentido opuesto al sentido de la corriente al momento de la descarga normal, un parámetro que permite saber cuándo una batería está siendo cargada o descargada dentro de los límites de operación el factor C que se mide en A*h (ampere-hora) o mA*h (miliamperes-hora). Una batería que tiene por ejemplo C=500 quiere decir que puede suministrar una corriente de 500 mA durante una hora (250 mA durante 2 horas, 125 mA durante 4 horas... etc.)

El término C se utiliza también para definir la corriente de carga. Una corriente de 1C significa que la batería se cargará con la misma corriente que puede suministrar durante una hora. Normalmente las baterías se cargan a 0,1C durante 14 horas. La mayoría de los fabricantes recomienda cargar éste tipo de pilas con una corriente directa pulsante en vez de una corriente directa constante, esto para prolongar la vida útil de las baterías.

6.1.3.1 Ventajas y desventajas de la pila de NiCd

Las baterías de NiCd presentan una serie de ventajas frente a las normales:

- Pueden recargarse
- Son mucho más robustas en construcción y por tanto menos propensas que las pilas normales a perder el electrolito.
- Tienen una resistencia interna extremadamente baja

- Mantienen la tensión prácticamente constante durante casi el 90% del ciclo de descarga.

Las dos últimas características son importantes. La baja impedancia interna permite asociar varios elementos en serie y la poca variabilidad del voltaje permite el control sobre la potencia que se entrega a determinados componentes como los motores.

Los inconvenientes de las NiCd son:

- Su tensión es 1,2V frente a 1,5V de las pilas normales. Esto supone un 20% menos de tensión
- Debido a su baja impedancia interna no se pueden cargar a tensión constante ya que se generarían corrientes muy elevadas que producen el calentamiento de la pila y su destrucción.

6.1.4 Baterías de Ni-Mh

Las pilas de NiMh o níquel e hidruro metálico utilizan un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo de una aleación de hidruro metálico. Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria.

No admiten bien el frío extremo, reduciendo drásticamente la potencia eficaz que puede entregar. Voltaje proporcionado: 1,2V Densidad de energía: 80 W/Kg Capacidad usual: 0.5 a 2.8 Amperios (en pilas tipo AA). El efecto memoria que presentan es muy bajo.

Una batería de níquel-hidruro metálico es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de hidróxido oxido de níquel (NiOOH), como la batería de níquel cadmio, pero su cátodo es de una aleación de hidruro metálico.

Esto permite eliminar el costoso (y ambientalmente peligroso) cadmio a la vez que presenta una mayor capacidad de carga (entre dos y tres veces la de una pila de NiCd del mismo tamaño y peso) y un menor efecto memoria. Por contra, presentan una mayor tasa de autodescarga que las de NiCd (un 30% mensual frente a un 20%).

Los ciclos de carga de estas baterías oscilan entre las 500 y 700 cargas, algunos de sus inconvenientes son las altas temperaturas que alcanzan en las cargas o en los usos.



Figura 6.3 Ejemplos de baterías de Ni-Mh

La forma de recargar estas baterías es muy parecida a la forma en que se recargan las baterías de NiCd, pero estas baterías admiten también cargas rápidas. La recarga es el proceso por el cual se restablece la energía que ha sido descargada de la batería. La vida útil de una batería depende de los ciclos de carga y descarga a la que sea sometida.

Los principales criterios para una carga efectiva son: limitar la temperatura y seleccionar una técnica apropiada para la terminación de la carga.

Las características de recarga de las baterías de NiMh son generalmente similares a las de NiCd. Sin embargo, existen algunas diferencias particularmente en los requerimientos para el control de carga, dado que las baterías de NiMh son más

Las baterías de NiMh pueden cargarse rápidamente en periodos de 1 hora con razones de carga de 1C, sin embargo para evitar el deterioro de las baterías, debe utilizarse para ello equipos cargadores especialmente diseñados que protejan la batería las sobrecargas y los excesos de temperatura.

6.1.5 Baterías de Litio

Las baterías de iones de litio (Li-ion) utilizan un ánodo de grafito y un cátodo de óxido de cobalto, trifilina (LiFePO₄) u óxido de manganeso. Su desarrollo es más reciente, y permite llegar a altas densidades de capacidad. No admiten descargas excesivas, por lo que suelen llevar acoplados circuitos de control adicional para conocer el estado de la batería, y evitar así tanto la carga excesiva, como la descarga completa. Apenas sufren el efecto memoria y pueden cargarse sin necesidad de estar descargadas completamente. No admiten bien los cambios de temperatura.

Proporcionan 3.7 volt por celda además de que la densidad de carga es mayor que en la baterías de NiMh o NiCd. Su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, computadoras portátiles y lectores de música.

6.1.5.1 Ventajas y desventajas de las baterías de litio

Entre las ventajas de estas pilas tenemos.

Una elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.

Poco peso, a igualdad de carga almacenada, son menos pesadas y ocupan menos volumen que las de tipo Ni-MH y mucho menos que las de Ni-Cd y Plomo.

Poco espesor, se presentan en placas rectangulares, con menos de 5 milímetros de espesor. Esto las hace especialmente interesantes para integrarlas en dispositivos portátiles.

Alto voltaje por célula: Cada batería proporciona 3,7 voltios, lo mismo que tres baterías de Ni-MH o Ni-Cd (1,2 V cada una).

Descarga lineal durante todo el ciclo de trabajo, el voltaje de la batería varía poco, lo que evita la necesidad de circuitos reguladores. Esto es una ventaja, ya que hace muy fácil saber la carga que almacena la batería.

Facilidad para saber la carga que almacenan. Basta con medir, en reposo, el voltaje de la batería. La energía almacenada es una función del voltaje medido.

Muy baja tasa de autodescarga, en el caso de las baterías de Ni-MH, esta puede ser de un 20% mensual. En el caso de Li-Ion es de menos un 6% en el mismo periodo. Muchas baterías, tras seis meses en reposo, pueden retener un 80% de su carga.

Dentro de las desventajas que encontramos en esta pila tenemos:

A pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para el almacenaje de energía, pues tiene varios defectos, como pueden ser:

Duración media, depende de la cantidad de carga que almacenen, independientemente de su uso. Tienen una vida útil de unos 3 años o más si se almacenan con un 40% de su carga máxima. En realidad, cualquier batería, independientemente de su tecnología, si se almacena sin carga se deteriora.

Soportan un número limitado de cargas, entre 300 y 1000, menos que una batería de NiCd e igual que las de Ni-MH.

Son costosas, la fabricación es más difícil que las de NiCd e igual que las de Ni-MH, si bien actualmente el precio baja rápidamente debido a su gran aceptación en el mercado, con el consiguiente abaratamiento. Se puede decir que se utilizan en todos los

teléfonos móviles y computadoras portátiles del mundo y continúa extendiendo su uso a todo tipo de herramientas portátiles de baja potencia.

Pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar, están fabricadas con materiales inflamables que las hacen propensas a detonaciones o incendios, por lo que es necesario dotarlas de circuitos electrónicos que controlen en todo momento la batería.

Poca capacidad de trabajo en bajas temperaturas, tienen un rendimiento inferior a las baterías de NiCd o Ni-MH a bajas temperaturas, reduciendo su duración hasta en un 25 por ciento.

6.1.5.2 Proceso de recarga de las baterías de litio

Las baterías de litio no pueden recargarse mediante la aplicación de una corriente directa en sentido inverso, más bien requieren de un proceso especial, el que generalmente es realizado por circuitos integrados que se encargan del proceso de carga.

Las pilas de litio se cargan en una tercera parte del tiempo con respecto a un pack de Ni-MH o a una sexta parte que una igual de cadmio. Pero para esto se necesita proveer de relativamente alta corriente a la celda durante el proceso de carga y debe ser provisto en trenes de pulsos controlados.

En este tipo de baterías la carga por goteo descontrolada (habitual en sistemas de alarma, por ejemplo) o la carga por resistor en serie con la fuente llevan, sin excepción, a la destrucción de la misma.

Pero han surgido una serie de componentes activos, semiconductores, capaces de efectuar la carga, control y mantenimiento de estas celdas con casi ningún componente externo adicional.

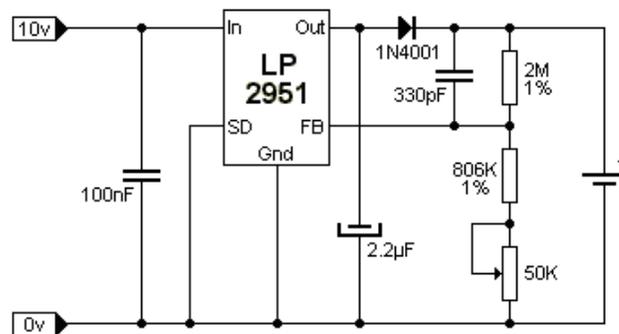


Figura 6.4 Un simple cargador de baterías de litio

En la figura 6.4 observamos un circuito típico de cargador de baterías de Li-Ion, donde se comprueba que es más fácil de realizar que un sistema de similares prestaciones con electrónica discreta. El chip se encarga tanto de medir el estado de la batería (a través de su terminal *feedback*) como de controlar la tensión a mandarle por la terminal de salida. Los capacitores actúan como filtros de posibles interferencias de RF y el potenciómetro de 50 permite ajustar el sistema según la tensión de trabajo de la celda.

Este circuito puede ser alimentado por una tensión continua de entre 6 y 10v con una corriente igual a 1.5 veces la capacidad de la celda a cargar.

Al encenderse o al colocar una batería el circuito verifica el estado de carga de la misma y de ser necesario, efectúa la carga. Una vez completada la carga el circuito entra en modo de espera, controlando periódicamente el estado de la celda por si debe continuar cargando.

El circuito está pensado para una batería con una única celda de Li-Ion. Es importante destacar que este tipo de baterías no pueden ser cargadas ni en serie ni en paralelo.

6.1.6 Baterías de Litio polímetro Li-po

Las baterías de litio polímero son la evolución de la tecnología de las baterías de litio, tienen las características de ser de mayor duración que las baterías de litio, además de tener mayor capacidad específica de energía, lo que significa que pueden tener mayor duración que el resto de las pilas en un determinado volumen. Tienen mayor capacidad de descarga.

Estas baterías tienen una densidad de energía de entre 5 y 12 veces las de Ni-Cd o Ni-MH, a igualdad de peso.

La gran desventaja de estas baterías es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión. En general, precisan una carga mucho más lenta que las de NiCd, en general igual o inferior a 1C (donde C es su capacidad; una batería de 1000 mAh deberá cargarse, como mucho a 1 A, lo que implica períodos de carga de, típicamente, una hora). Además, la carga de las baterías de Li-Po no produce el pico de tensión característico de las de Ni-Cd o NiMH al alcanzar la máxima carga, por lo que se requieren cargadores especiales para Li-Po; bajo ningún concepto se pueden cargar con cargadores diseñados para Ni-Cd o Ni-MH. No se pueden descargar tan profundamente como es posible hacerlo con las de Ni-Cd o Ni-MH, bajo riesgo de deteriorar su capacidad de carga irreversiblemente.

Un elemento de Li-Po tiene un voltaje nominal de 3.7 V. Nunca se debe descargar una batería por debajo de 3.0 V por elemento y nunca se les debe cargar más allá de 4.3 V. Los elementos de Li-Po se pueden agrupar en serie, para aumentar el voltaje total, o en paralelo, para aumentar la capacidad total. El código 3S indica tres elementos

conectados en serie ($3 \times 3.7 = 11.1 \text{ V}$), el código 4S2P indica 2 grupos en paralelo de 4 elementos en serie ($4 \times 3.7 = 14.8 \text{ V}$ con capacidad duplicada). Como referencia, un pack 2S equivale aproximadamente, en voltaje de salida, a uno de 7 elementos de NiMH y un pack 3S equivale aproximadamente a uno de 10 elementos de NiMH. Los cargadores que recargan la energía de las pilas de litio también pueden ser utilizados para recargar este tipo de pilas pues su comportamiento eléctrico es similar.

6.1.7 Comparación de tipos de baterías

Una tabla de comparación entre algunos de los tipos de baterías mostradas, donde se puede observar el voltaje que proporcionan por celda, la densidad de energía en diferentes unidades, la potencia por kilogramo, la eficiencia en los procesos de carga y descarga, además de los ciclos de descarga y descarga aproximados si se les utiliza dentro de las especificaciones.

Tabla 6.1 Comparación entre los distintos tipos de baterías que se utilizan en robótica

TIPO	Voltaje	Densidad de energía			Potencia	Eficiencia	Descarga	Ciclos
	(V)	(MJ/kg)	(Wh/kg)	(Wh/L)	(W/kg)	(%)	(%/mes)	(carga descarga)
Plomo y ácido	2.1	0.11-0.14	30-40	60-75	180	70%-92%	3%-4%	500-800
Alcalina	1.5	0.31	85	250	50	99.90%	<0.3	100-1000
Ni-Hierro	1.2	0.18	50		100	65%	20%-40%	
Ni-Cadmio	1.2	0.14-0.22	40-60	50-150	150	70%-90%	20%	1500
NiMH	1.2	0.11-0.29	30-80	140-300	250-1000	66%	20%	1000
ión Li	3.6	0.58	160	270	1800	99.90%	5%-10%	1200
polímeros Li	3.7	0.47-0.72	130-200	300	3000+	99.80%		500~1000

La grafica 6.5 nos muestra la densidad de carga de varios tipos de baterías.

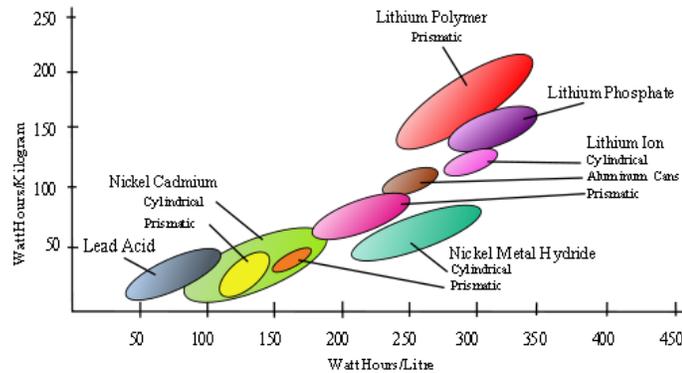


Figura 6.5 Gráfica que muestra la densidad de carga de los distintos tipos de baterías

Para efecto de poder utilizar las baterías de litio dentro de las especificaciones, se ha adquirido un cargador y balanceador que cumple con las características que se requieren para asegurar la calidad de la fuente de alimentación, el modelo del cargador y balanceador es THP610C de la marca *Thunder Power RC*.



Figura 6.6 Cargador balanceador empleado

6.2 Fuente de alimentación seleccionada

Tomando en cuenta las características de todas las tecnologías de baterías seleccionadas se ha optado por utilizar baterías de litio por las características de relación peso potencia, además de tener otras características que las hacen adecuadas para la aplicación, la forma y dimensiones de estas baterías permiten colocarlas en un espacio reducido, lo que se ajusta a las dimensiones del robot.

El voltaje que se requiere para las distintas partes del robot son las siguientes.

- Para la parte de los sensores y controlador se utilizarán 5 V
- Para la parte motriz se empleará 9 V para permitir que los motores giren a mayor velocidad.

Pero tomando en cuenta que el voltaje de una batería de litio convencional proporciona aproximadamente 3.7 volts, se necesitan dos baterías de diferentes tensiones para alimentar los elementos mencionados.

Esta solución incrementaría sustancialmente el peso del robot, por lo que es necesario aplicar una solución que nos permita tener la potencia necesaria sin tener que cargar con una gran cantidad de baterías. Esta solución consiste en poner la electrónica necesaria para disponer del voltaje para las distintas partes del robot, así que se colocará una fuente elevadora de voltaje para proporcionar los 5 V para la parte de control y los 9 volts para los motores.

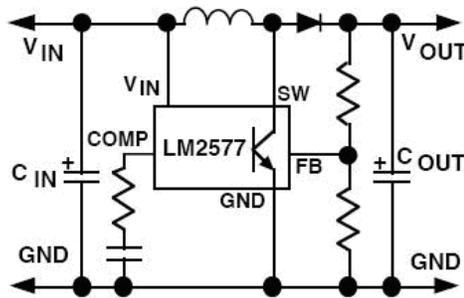


Figura 6.7 Circuito elevador y regulador de voltaje

La fuente de voltaje elevadora consiste en una fuente de alimentación conmutada del tipo *booster*, es decir que mediante la aplicación de una señal modulada en frecuencia a un sistema electrónico conformado por un diodo, un conmutador y un inductor. El funcionamiento es el siguiente: se permite que conmutador conduzca la corriente eléctrica a través del inductor, una vez que se corta la conducción de la corriente eléctrica por medio de abrir el circuito del conmutador la energía que se ha almacenado el inductor se libera a través del diodo hacia el capacitor de salida conectado en paralelo, la energía que se almacena en el inductor eleva el voltaje a fin de mantener el flujo de la corriente que se ha cortado instantáneamente por el conmutador generando un sobretensión que es controlada mediante una señal modulada en frecuencia. Este principio de transformación de la energía es aplicado a numerosos procesos, desde los sistemas de encendido de combustible en los automóviles hasta aviones donde se requiere que los sistemas de alimentación sean de peso contenido.

El diagrama de la fuente elevadora de voltaje se puede ver en la figura 6.8.

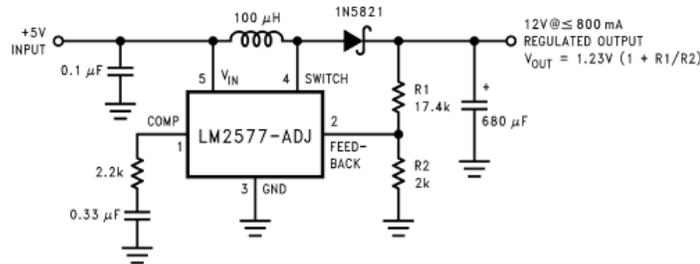


Figura 6.8 Configuración del circuito elevador y regulador de voltaje



Figura 6.9 Imagen que muestra el aspecto real del circuito elevador y regulador de voltaje

La aplicación de éstos sistemas electrónicos tienen la ventaja de reducir notablemente el peso, una sola batería de dimensiones reducidas puede alimentar a todas las partes electrónicas del robot, por otra parte toda la potencia que se requiere para las distintas partes tiene que provenir de esta única fuente de alimentación que debe tener la capacidad de poder proporcionar la suficiente corriente eléctrica para que esta pueda transformarse a diferentes voltajes, con lo que la duración de ésta se ve reducida.

Otra de las características de que debe considerarse es la interferencia que resulta del funcionamiento de la parte motriz que genera armónicos de alta frecuencia que pueden interferir de manera negativa en los sensibles sistemas de control, generando por ejemplo reinicios inesperados. Esto implica que se deben agregar sistemas de filtrado de señales a fin de reducir los efectos mencionados encareciendo y haciendo más complejo el sistema que sería innecesario de haber utilizado sistemas de energía independientes.

En el sistema que se ha implantado en el robot, se puede observar que el sistema de control lo realiza un circuito integrado que se encarga de generar la señal modulada en frecuencia y que el dispositivo conmutador es interno al circuito integrado por lo que solo es necesario agregar unos pocos elementos para hacer que el sistema elevador de voltaje trabaje adecuadamente, este circuito en particular puede entregar una corriente

máxima en su salida de 800 miliamperios lo que lo hace adecuado para la aplicación del robot de laberinto.

Dentro de los cuidados que deben tenerse al utilizar las baterías de litio es no exponerlas a descargas excesivas so pena de dejarlas completamente inutilizables, por lo tanto se deberá colocar un sistema que monitoree la descarga de la batería a fin de evitar la mencionada descarga excesiva.

Para el caso de que se tengan motores que requieran más potencia lo ideal es hacer que cada una de las etapas tengan diferentes fuentes de alimentación, pero manteniendo la tierras eléctricas o puntos de cero potencial común a fin de que las señales de control mantengan la misma referencia.



Figura 6.10 Batería empleada y su ubicación en el robot

La batería que se ha seleccionado es del tipo lipo de 900 mAh que alimenta a todos los elementos del robot, el voltaje de 7.4 volts es elevado por la fuente conmutada que eleva la tensión hasta 9 volts los que son aplicados directamente al controlador de los motores y también, por medio de un regulador de 5 volts se alimenta al resto de los circuitos electrónicos como el microcontrolador y los sensores.