1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

1.1. Descripción General.

El "*Sistema de control de acceso con teclado programable*" está diseñado para controlar la entrada en áreas o dependencias de acceso restringido, reconociendo a los usuarios que tienen permitido el acceso a través de un determinado dispositivo de identificación. En este sentido se han desarrollado cuatro versiones del sistema de control de acceso. Las dos primeras (*versión 1 y versión 2*), también llamadas *versiones simples* del sistema, utilizan como dispositivo de identificación una sola clave de acceso formada por una serie de dígitos que se introducen a través de un teclado numérico. La diferencia entre estas dos versiones simples es que, en la versión 1, el número de dígitos que forman la clave de acceso es constante, mientras que en la versión 2, la clave puede tener entre 1 y 9 dígitos. En esta versión, el número de dígitos se establece el actualizar la clave. Con respecto a las otras dos versiones (*versión 3 y versión 4*), también llamadas *versiones completas*, la versión 3 también utiliza como dispositivo de identificación un teclado numérico, pero en esta ocasión se pueden actualizar a través del mismo hasta más de 100 claves de acceso; y la versión 4, además de la clave numérica, requiere el uso de una tarjeta inteligente *"Smart Card"*, aunque esta versión no ha sido desarrollada totalmente. A continuación se numeran estas cuatro versiones:

- **Versión 1:**

Sistema de control de acceso con teclado programable y una sola clave de acceso, cuyo número de dígitos es constante.

- **Versión 2:**

Sistema de control de acceso con teclado programable y una sola clave de acceso, cuyo número de dígitos se establece al actualizar la clave.

- **Versión 3:**

Sistema de control de acceso con teclado programable y múltiples claves de acceso de un número de dígitos constante.

- **Versión 4:**

Sistema de control de acceso con teclado programable y tarjeta inteligente "*Smart Card*". Cada usuario dispondrá de una tarjeta y a cada tarjeta se le asigna una clave de acceso. (Esta última no se ha desarrollado totalmente).

1.2. Características.

Las características de cada una de las versiones del "sistema de control de acceso" son las siguientes:

Versión 1:

- ✓ Sistema controlado por microcontrolador (AT89C52).
- ✓ Memoria de datos no EEPROM serie no volátil organizada como dos páginas de 256 bytes.
- ✓ Teclado programable que permite actualizar la clave de acceso.
- ✓ Una sola clave de acceso con un número de dígitos constante.
- ✓ Alarma indicadora de puerta abierta.

Versión 2:

- ✓ Sistema controlado por microcontrolador (AT89C52).
- ✓ Memoria de datos no EEPROM serie no volátil organizada como dos páginas de 256 bytes.
- ✓ Teclado programable que permite actualizar la clave de acceso.
- ✓ Una sola clave de acceso.
- ✓ Posibilidad de variar el número de dígitos de la clave al actualizarla.
- ✓ Alarma indicadora de puerta abierta

Versión 3:

- ✓ Sistema controlado por microcontrolador (AT89C52).
- ✓ Memoria de datos no EEPROM serie no volátil organizada como dos páginas de 256 bytes.
- ✓ Teclado programable que permite actualizar o anular hasta más de 100 claves de acceso.
- ✓ Número de dígitos constante para las claves de acceso.
- ✓ Alarma indicadora de puerta abierta.

Versión 4:

- ✓ Sistema controlado por microcontrolador (AT89C52).
- ✓ Memoria de datos no EEPROM serie no volátil organizada como dos páginas de 256 bytes.
- ✓ Lector de tarjeta inteligente "*Smart Card*".
- ✓ Teclado programable que permite actualizar tarjetas y claves de acceso.
- ✓ Número de dígitos constante para las claves de acceso.
- ✓ Alarma indicadora de puerta abierta.

El uso del microcontrolador dota al sistema de una considerable flexibilidad a la hora de modificar las funciones que se desarrollan sin necesidad de modificar el montaje *hardware* del mismo. Las modificaciones pueden hacerse (de forma mucho más cómoda) en el programa que ejecuta el microcontrolador (*Software* del dispositivo), aunque para esto sería necesario reprogramar el chip del microcontrolador. Sin embargo; esta flexibilidad ofrece unas posibilidades que pueden resultar bastante útiles a la hora de adaptar el sistema a las necesidades específicas de cada grupo de usuarios, ya que pueden modificarse los tiempos de espera, aumentar el número de claves, comprobar la capacidad de la EEPROM serie, etc.

La memoria EEPROM no volátil almacena las claves de acceso, y evita que estas se pierdan debido a un corte en la alimentación del dispositivo, como ocurriría si se almacenan las claves en la memoria RAM interna del microcontrolador.

Las claves de acceso se pueden actualizar efectuando una serie de operaciones que se detallarán más adelante.

El sistema dispone de un sensor magnético que permite detectar si la puerta está abierta o cerrada. Cuando la puerta esté abierta, el sistema queda inoperativo hasta que se cierre la puerta, e indica esta situación manteniendo encendido únicamente el indicador verde. Si la puerta permanece abierta demasiado tiempo se disparará una alarma que pondrá en funcionamiento el zumbador de manera intermitente, hasta que se cierre la puerta. Esta alarma, puede ser desactivada mediante *hardware* colocando un puente entre los bornes de la conexión del sensor magnético utilizado para detectar si la puerta se encuentra abierta. Esta posibilidad se muestra en el apartado 4.

1.3. Partes Del Sistema.

Para describir cada uno de los elementos que forman el sistema es preciso descomponerlo en un conjunto de bloques que se detallan a continuación.

Bloque 1: Teclado e indicadores.

Bloque 2: Circuito principal.

Bloque 3: Cerradura electromagnética.

Bloque 4: Contacto magnético.

En las *figuras 1.1.1 a 1.1.4* se muestran cada uno de estos bloques, y se identifican los distintos elementos que contiene cada bloque.

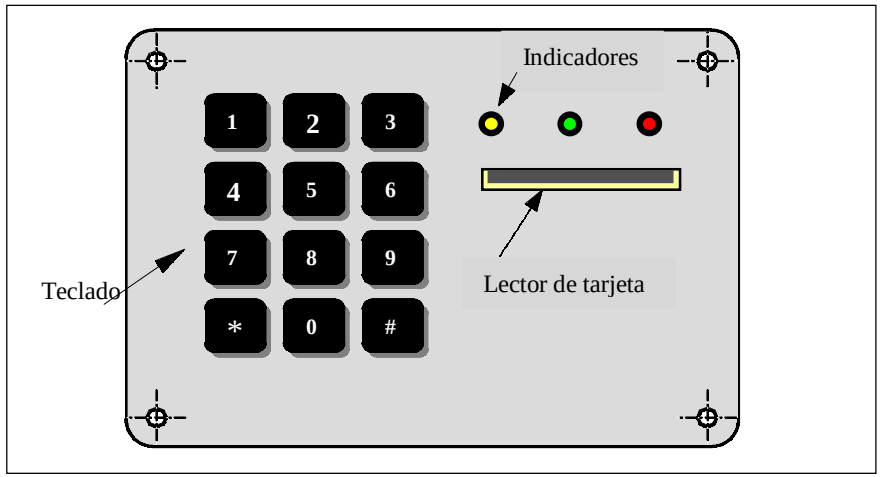

Figura 1.1.1.- *Teclado e indicadores.*

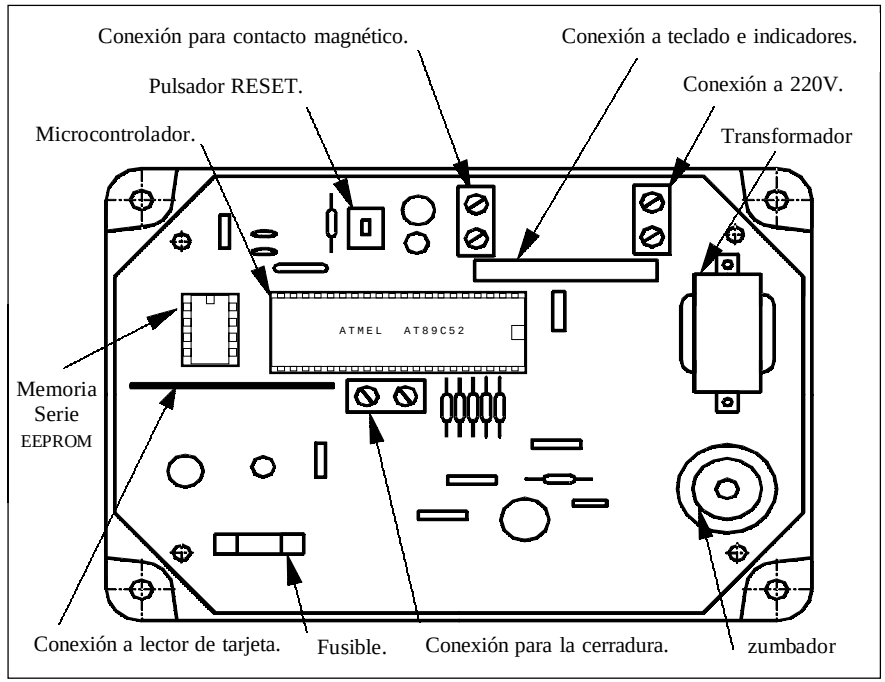

Figura 1.1.2.- *Circuito principal.*

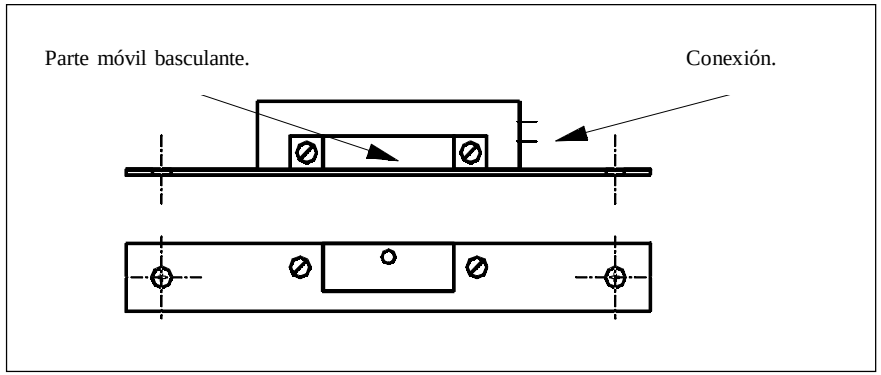

Figura 1.2.3.- *Cerradura electromagnética*

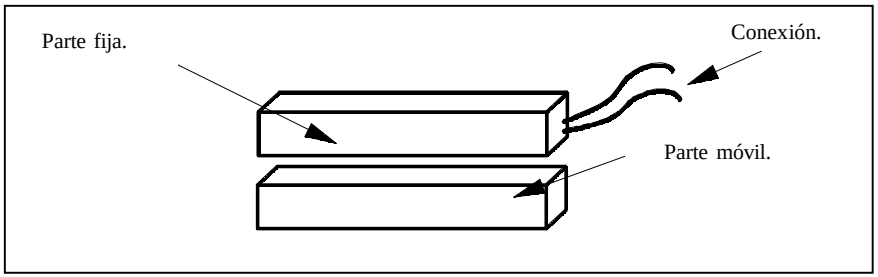

Figura 1.2.4.- *Interruptor de contacto magnético.*

2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Las cuatro versiones del sistema de control de acceso disponen de dos modos de operación (*modo normal y modo supervisor*). El modo supervisor se utiliza para actualizar las claves de acceso (y la tarjeta inteligente para la versión 4). La única forma de obtener este modo de operación es manteniendo pulsadas al mismo tiempo las teclas "*", "5" y "#" del teclado numérico al reiniciar el sistema. Si no se da esta condición, el sistema pasará al modo de operación normal, en el que funcionará permanentemente mientras no se lleven a cabo las operaciones descritas anteriormente para obtener la operación en el modo supervisor. En el modo de operación normal, la función principal del sistema consiste en activar la cerradura electromagnética, desbloqueando así la puerta, únicamente cuando la clave de acceso (y la tarjeta inteligente para la

versión 4) esté actualizada, o indicar que la clave es errónea, en caso contrario. Una vez activada la cerradura, la puerta quedará desbloqueada hasta que se abra y se vuelva a cerrar.

Los diferentes estados que puede adoptar el sistema durante su funcionamiento, así como las condiciones que provocan las transiciones entre estos estados se muestran en las *figuras 2.1* a *2.4* para cada una de las versiones del sistema. En los apartados 3 y 4 se describirá con más detalle el funcionamiento de cada versión en los modos de operación normal y supervisor respectivamente.

Como puede comprobarse en los diagramas de estado, la primera función que ejecuta el sistema el test supervisor descrito anteriormente. Si este test resulta negativo se tendrá el modo de operación normal, que es muy similar para las versiones 1,2, y 3, exceptuando el nº de dígitos de la clave para la versión 2, y el nº de claves actualizadas para la versión 3. Por otro lado, la única diferencia en la forma de actualizar la clave de acceso entre las versiones 1 y 2 es que, al ser variable el nº de dígitos de la clave para la versión 2, es preciso dejar que transcurra el tiempo de espera del modo supervisor después de introducir la clave que se desea actualizar; mientras que en la versión 1 la clave se actualiza automática e inmediatamente después de introducir el último dígito de la clave, pasando el sistema al modo de operación normal.

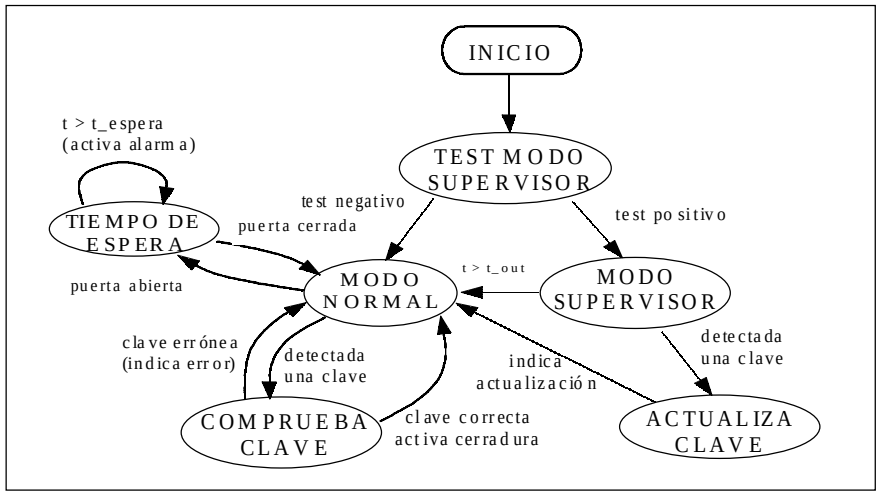

Figura 2.1.- *Diagrama de estado para la versión 1.*

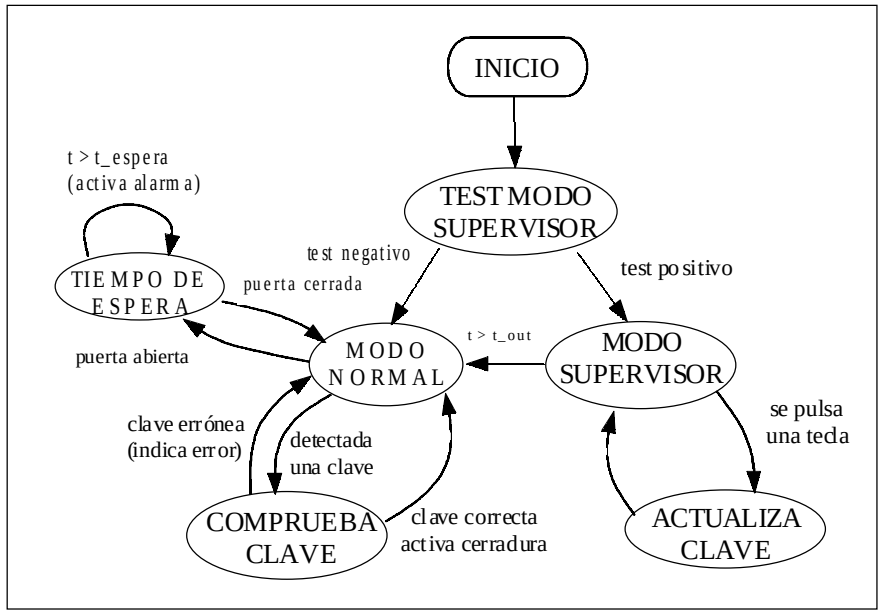

***Figura 2.2.**- Diagrama de estado para la versión 2.*

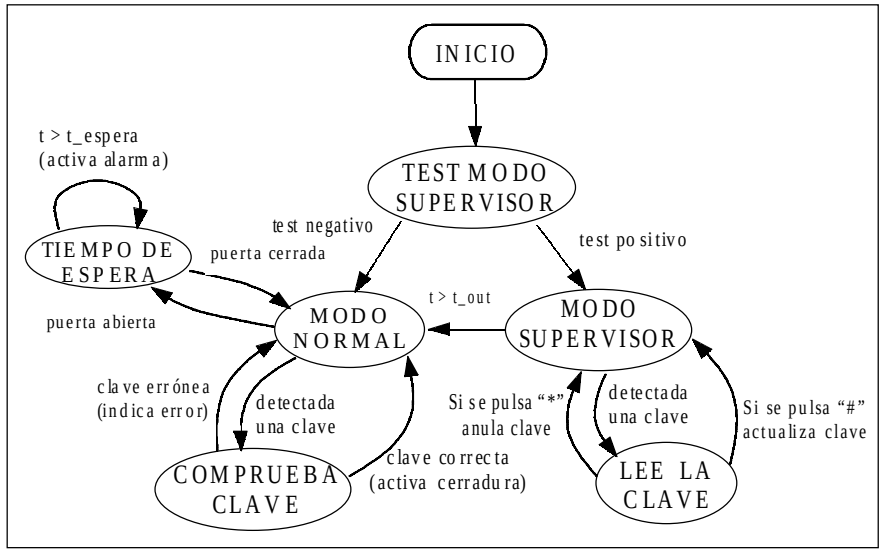

***Figura 2.3.**- Diagrama de estados para la versión 3.*

Para la versión 3 del sistema de control de acceso, la operaciones que permiten actualizar o anular las distintas claves de acceso deben llevarse a cabo de la siguiente manera:

Primero de debe obtener el modo de operación supervisor, tal como se explicó en el apartado anterior. Una vez en el modo supervisor se introduce la clave que se desea actualizar o anular y, por último; se pulsará la tecla "#" para actualizar la clave que se ha introducido, o se pulsará "*" para anularla.

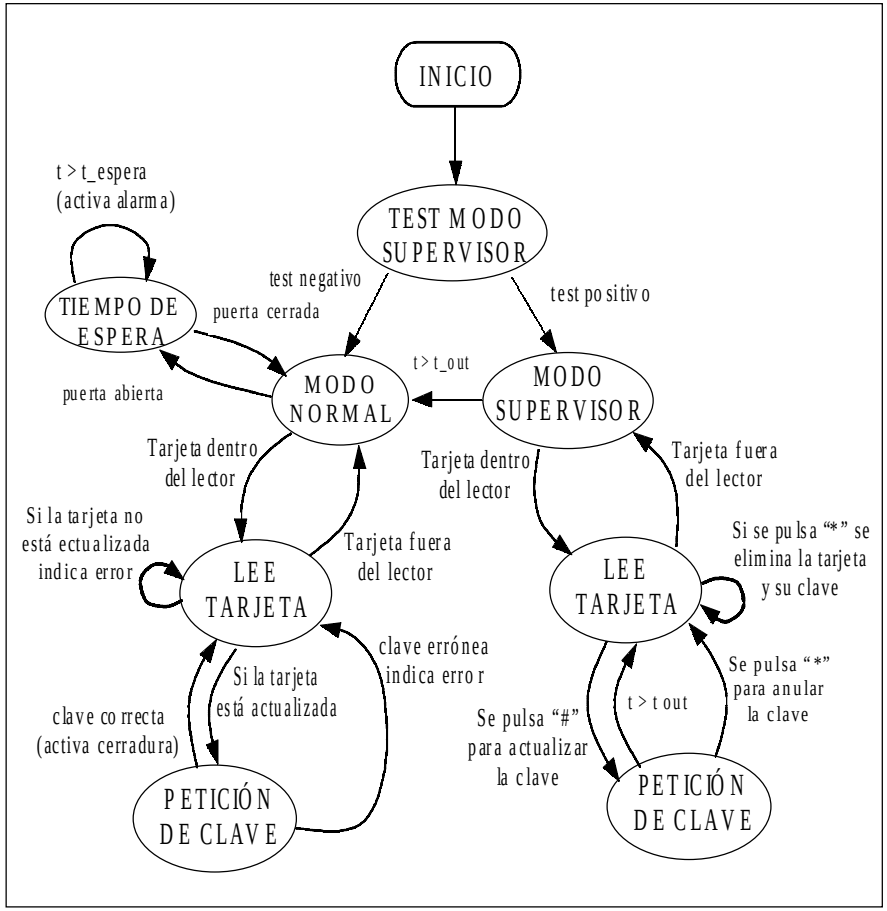

***Figura 2.4.**- Diagrama de estados para la versión 4.*

En esta versión del sistema cada usuario dispondrá de una tarjeta inteligente "*Smart Card*" a la que se le asignará una clave de acceso. En el modo de operación normal, para que el sistema active la cerradura y quede la puerta desbloqueada el usuario deberá introducir la tarjeta dentro del lector de tarjeta y luego teclear la clave de acceso en el teclado numérico. Si la tarjeta y su correspondiente clave están actualizadas, el sistema activará la cerradura, mientras que si la tarjeta no está actualizada, o la clave de acceso no es correcta, el sistema indicará que ha habido un error. Al introducir la tarjeta, el indicador amarillo se pondrá intermitente si ésta está actualizada indicando la petición de la clave de acceso. Para actualizar o anular la tarjeta y la clave de acceso de un determinado usuario es necesario acceder al modo supervisor. Una vez en este se introducirá la tarjeta del usuario en el lector de tarjeta, y se pulsará "#" para actualizar, o bien "*" para anular. Al introducir la tarjeta, el indicador amarillo se pondrá intermitente indicando que espera que se confirme una operación de actualización o de anulación. Si se pulsa "#" se pondrán intermitentes los indicadores amarillo y verde indicando la petición de la clave. Si se introduce la clave dentro de un determinado tiempo de espera, se actualizarán la clave y la tarjeta del usuario. Si transcurre el tiempo de espera y no se ha introducido la clave, el sistema volverá a pedir que se confirme la operación. Si después de la petición de la operación se pulsa "*" en lugar de "#", se anulará la tarjeta y su correspondiente clave de acceso.

2.1. Modo de operación normal.

Como se deduce de las explicaciones anteriores, este modo de operación es el que se obtiene si al reiniciar el sistema no está presente en el teclado la combinación correspondiente al test supervisor, o bien después de operado en el modo supervisor. Una vez en el modo normal, el sistema desempeñará el cometido para el que ha sido diseñado, es decir, activará la cerradura electromagnética sólo cuando la clave de acceso introducida (y la tarjeta para la versión 4) esté actualizada, o indicará error en caso contrario; y activará la "alarma de puerta abierta" cuando sea necesario. El sistema funcionará permanentemente en este modo de operación, mientras no sea reiniciado para obtener el modo supervisor. El funcionamiento en el modo normal es muy similar para las versiones 1,2, y 3, exceptuando el nº de dígitos de la clave para la versión 2, y el nº de claves actualizadas para la versión 3. La opoeración en el modo normal para las versiones 1, 2 y 3 se muestra gráficamente en el diagrama de flujo de la *figura 2.1.2*, en cuyos cuadros de proceso se muestra el estado de los indicadores y actuadores del sistema en cada momento. Para un mejor entendimiento de estos diagramas pueden verse las aclaraciones de la *figura 2.1.1*.

Las *figuras 2.1.3* y *2.1.4* muestran gráficamente la operación en el modo normal de la versión 4. En el "estado de reposo" y sin ninguna tarjeta dentro del lector de tarjeta, se tendrá la operatoria de la *figura 2.1.3*. Al introducir una tarjeta dentro del lector se activará la interrupción externa $\overline{INT\ 0}$ del microcontrolador, que hará que se ejecute el proceso de la *figura 2.1.4*. Sólo se puede abandonar este proceso y volver al estado de reposo si se extrae la tarjeta inteligente del lector de tarjeta. Para que se active la cerradura electromagnética, debe introducirse dentro del lector una tarjeta que esté actualizada, y posteriormente teclear la clave correspondiente que ha sido actualizada con la tarjeta introducida. Si la tarjeta no está actualizada, o la clave no es la correcta, el sistema indicará el error y volverá a pedir la clave.

Por último de be tenerse en cuenta que mientras que la puerta está abierta, el sistema estará inoperativo, e indicará esta situación manteniendo encendido únicamente el indicador verde y activando la alarma de "puerta abierta" si ha transcurrido el tiempo de espera.

También debe tenerse en cuenta que después de activar la cerradura, la puerta permanecerá desbloqueada hasta que la puerta no se haya abierto y se haya vuelto a cerrar, por lo que se tendrá un breve estado (mientras entra el usuario) en el que la puerta estará desbloqueada, y la cerradura desactivada.

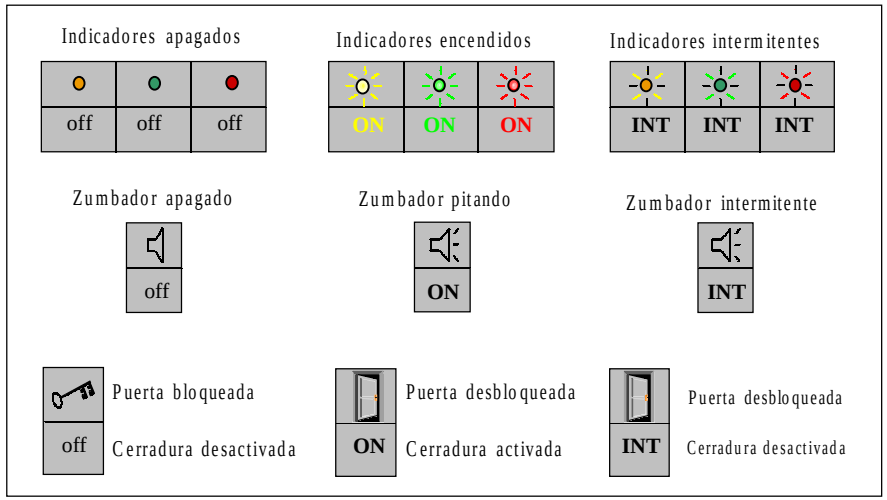

Figura 2.1.1.*-Aclaraciones para los diagramas de flujo.*

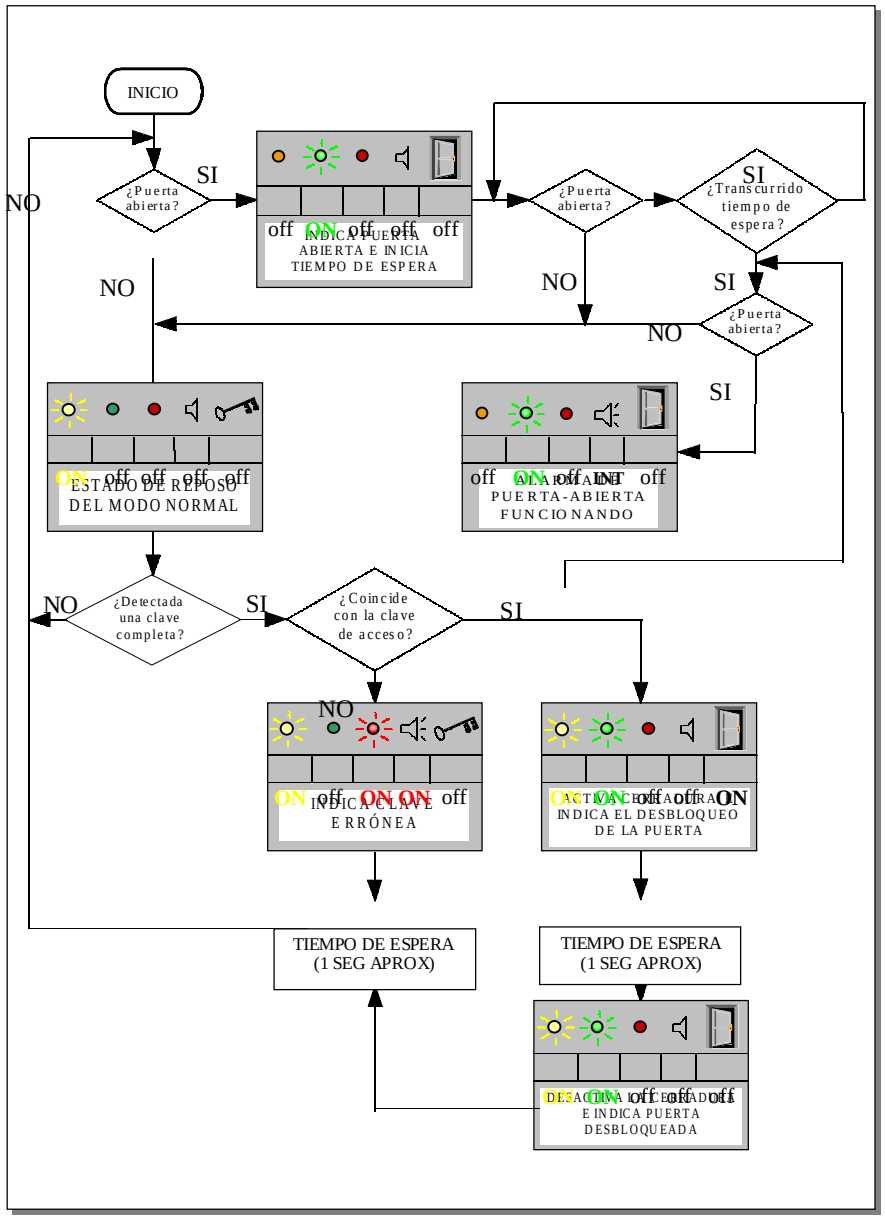

***Figura 2.1.2.**- Diagrama de flujo del modo normal (versiones 1, 2, y 3).*

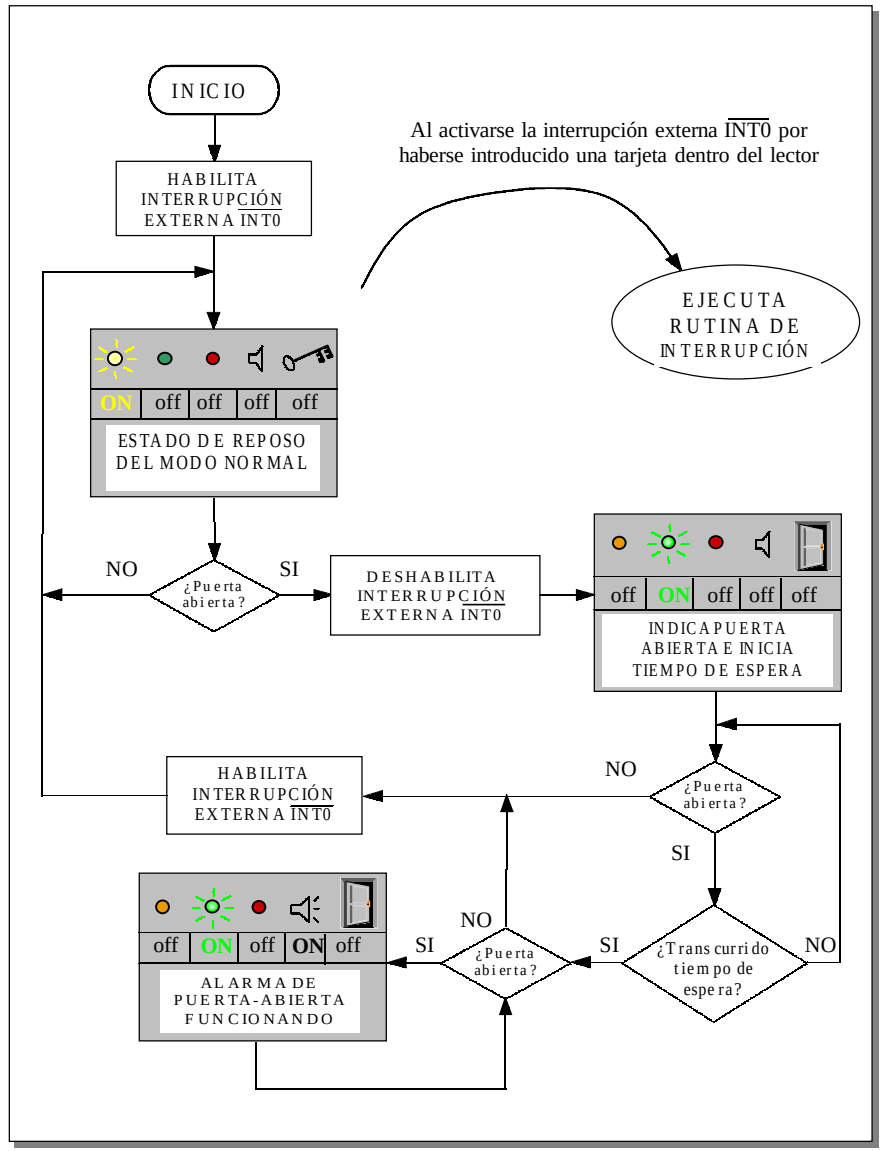

***Figura 2.1.3.**- Estado de reposo del modo normal para versión 4.*

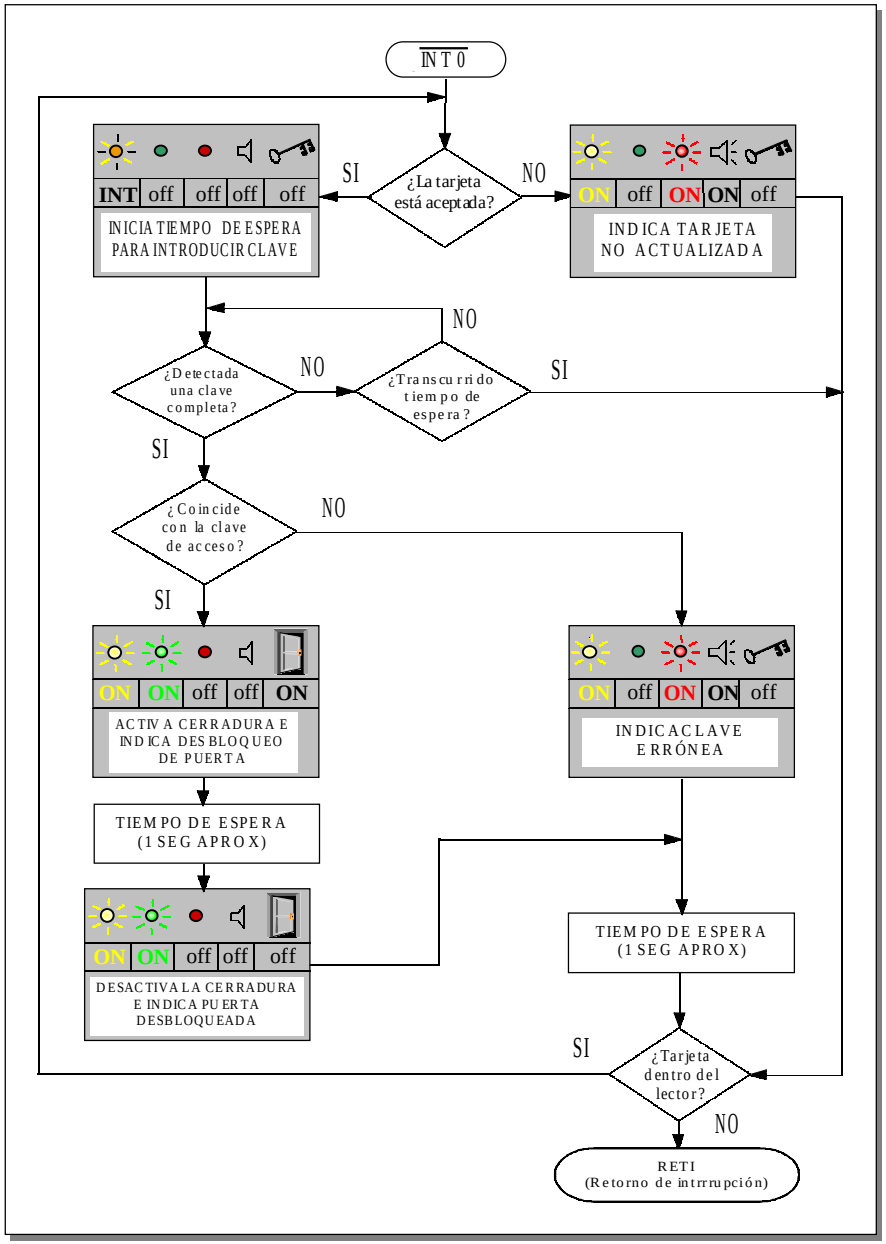

Figura 2.1.4.*- Rutina de interrupción externa 0 (tarjeta) para versión 4.*

2.2. Modo supervisor.

Este modo de operación se utiliza para actualizar la clave de acceso en las versiones 1 y 2, para actualizar o anular claves de acceso en la versión 3, y para actualizar o anular las tarjetas de los usuarios y sus correspondientes claves de acceso en la versión 4 del sistema de control de acceso. La forma de obtener este modo de operación es común para las cuatro versiones del sistema y, como se ha comentado anteriormente, sólo se puede acceder al modo supervisor al reiniciar el sistema. Para superar el test que tiene como resultado reiniciar el sistema en el modo supervisor deben mantenerse pulsadas al mismo tiempo las teclas "*", "5" y "#" mientras se reinicia el sistema. El sistema indicará que el resultado del "test supervisor" es satisfactorio emitiendo un corto pitido y poniendo intermitentes los tres indicadores al mismo tiempo. Para las versiones 1,2 y 3, se dispone de un pequeño tiempo de espera para que puedan soltarse las teclas "*", "5" y "#" y no se tome a ninguna de ellas como el primer dígito de una clave. También es importante que la puerta esté cerrada al actualizar las claves en el modo supervisor. En este modo de operación se establece un tiempo de espera (30 seg, aprox) para actualizar las claves. Si se accede al modo supervisor y no se lleva a cabo ninguna operación, el sistema pasará al modo de operación normal al concluir el tiempo de espera. Este tiempo de espera se vuelve a reiniciar después de actualizar cada clave en las versiones 3 y 4.

Las *figuras 2.2.1* a *2.2.4* muestran el funcionamiento en el modo supervisor para las cuatro versiones del sistema. La única diferencia entre funcionamiento en el modo supervisor de la versión 1 con respecto a la versión 2, es que al ser variable el nº de dígitos de la clave para la versión 2, es preciso dejar que transcurra el tiempo de espera del modo supervisor después de introducir la clave que se desea actualizar; mientras que en la versión 1 la clave se actualiza automática e inmediatamente después de introducir el último dígito de la clave, pasando el sistema al modo de operación normal.

Para actualizar o anular las claves de acceso en la versión 3 del sistema, se debe acceder al modo supervisor y luego teclear la clave que se desea actualizar o anular, y pulsar "#" para actualizarla, o "*" para anularla.

La forma de actualizar o anular las tarjetas inteligentes de cada usuario, y su correspondiente clave de acceso para la versión 4 del sistema es la que se ha descrito en páginas anteriores para explicar el diagrama de estados de la *figura 2.4*.

Para estas dos últimas versiones (3 y 4), se incluye una función que permite borrar todas las claves de acceso actualizadas. Para poder ejecutar esta función, es preciso superar un segundo test supervisor (test supervisor II) que, al igual que el descrito anteriormente, sólo se produce al reiniciar el sistema. Para superar este test, deben mantenerse pulsadas las teclas "1", "3" y "5" mientras se reinicia el sistema, y luego se dispondrá de un tiempo de espera para introducir la clave "4,3,2,1", que borrará todas las claves (y tajetas "V.4") que hayan sido actualizadas. Si no se introduce esta clave dentro del tiempo de espera, el sistema abandonará es te modo de operación y ejecutará el "test supervisor I", correspondiente a la actualización y anulación individual de claves de acceso.

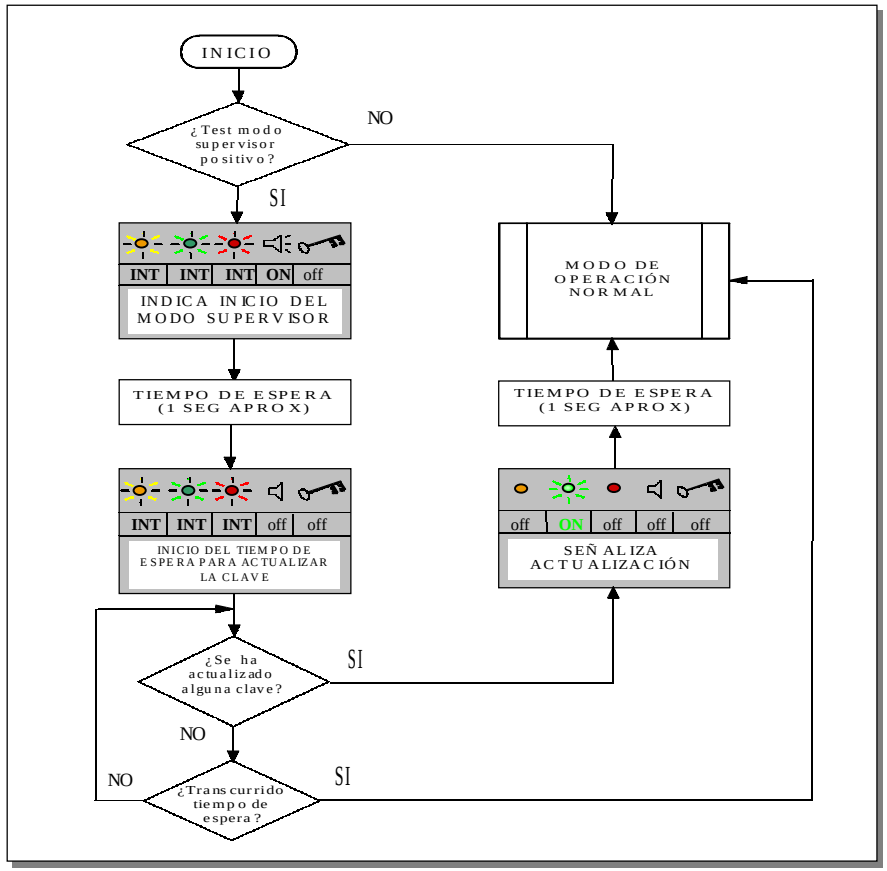

***Figura 2.2.1.**- Modo supervisor para la versión 1 (nº de dígitos Cte.).*

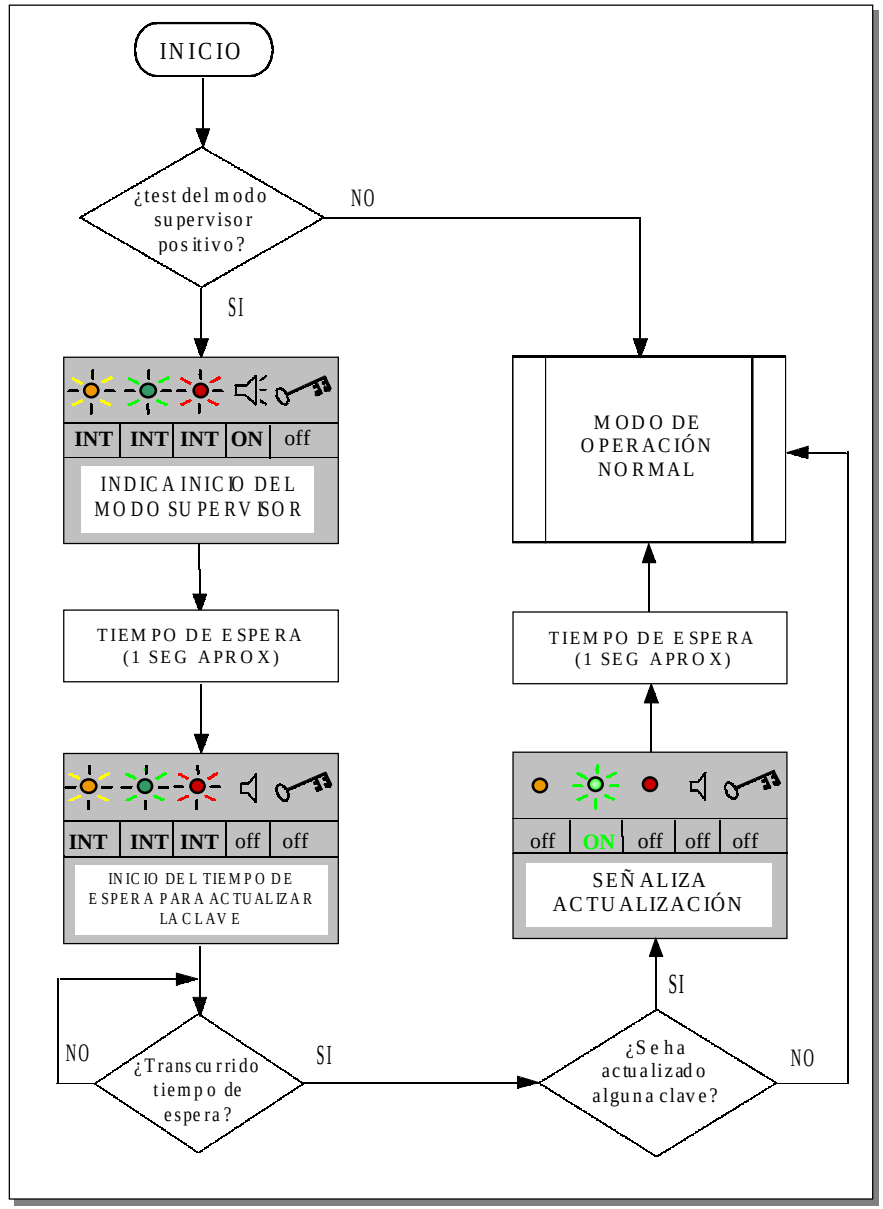

***Figura 2.2.2.**- Modo supervisor para la versión 2 (nº de dígitos variable).*

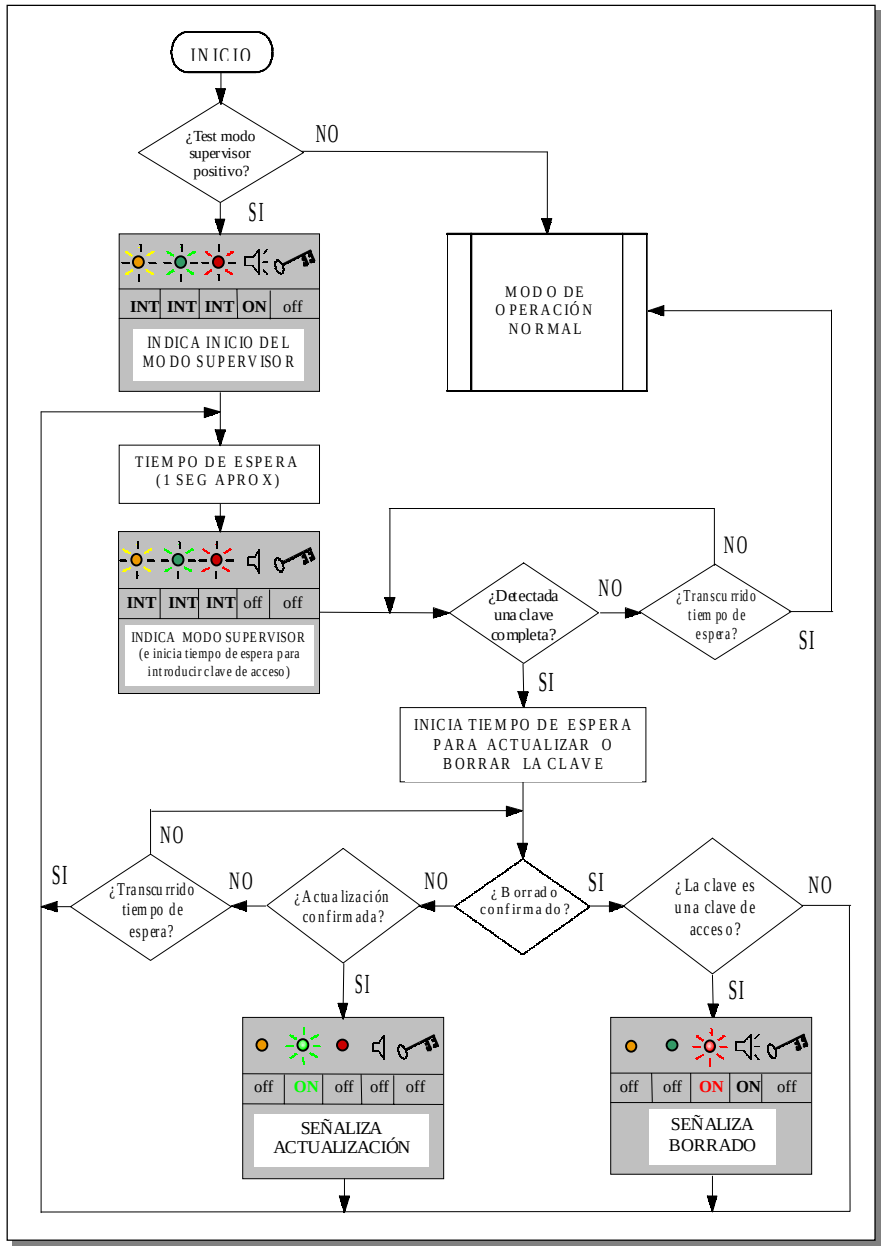

***Figura 2.2.3.**- Modo supervisor para la versión 3.*

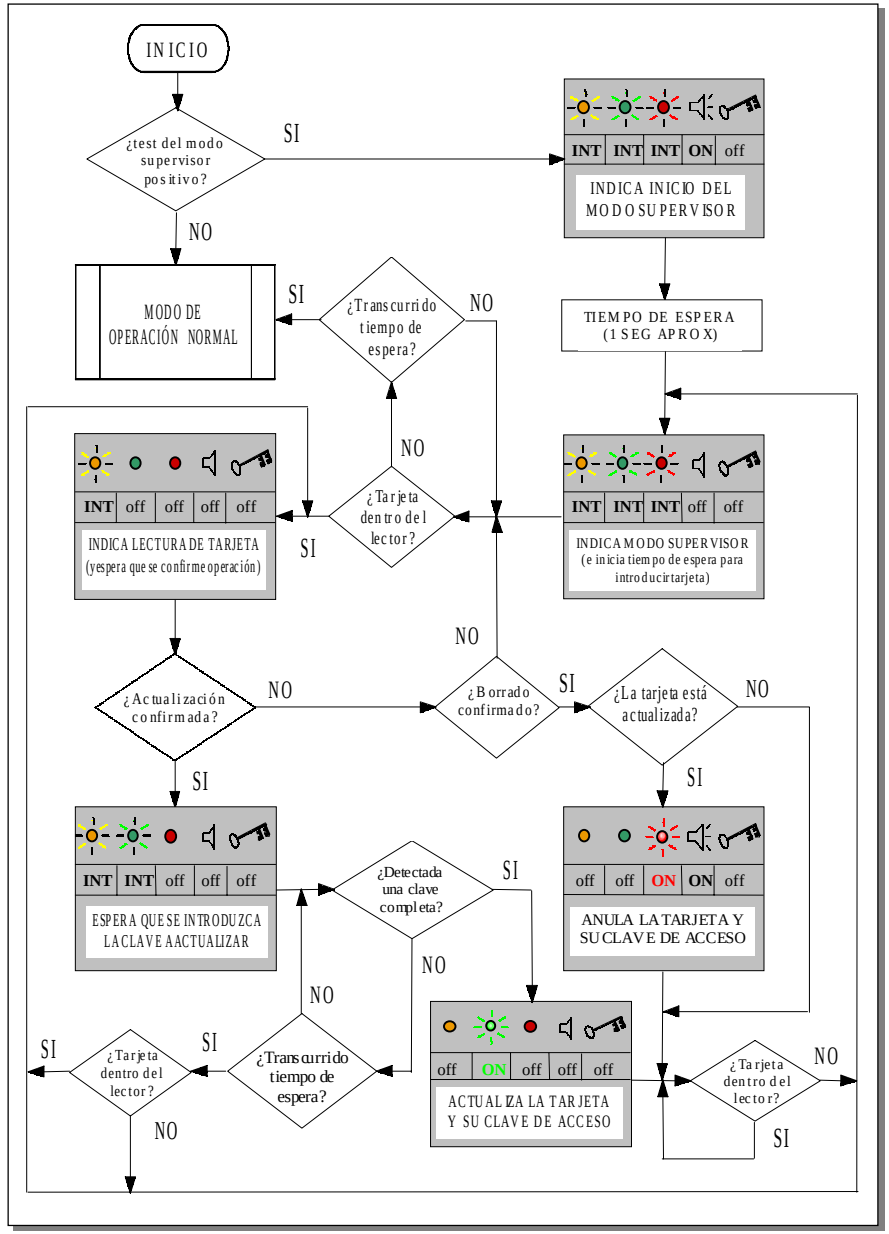

***Figura 2.2.4.**- Modo supervisor para versión 4.*

3. RESET.

El resultado de esta operación es la reiniciación del sistema. Esto equivale a desconectar la alimentación del sistema y volver a aplicarla. Pero esta operación puede efectuarse sin necesidad de aplicar un corte en la alimentación. Para esto se dispone de un pequeño pulsador instalado en el circuito, tal como se muestra en la *figura 1.1.2*. Al accionar este pulsador se efectuará la reiniciación del sistema. Las claves actualizadas antes de efectuar el RESET se mantendrán almacenadas en la memoria (chip M 24LC04B), y seguirán siendo las mismas después del RESET, siempre que no se actualicen otras claves distintas.

4. INSTALACIÓN.

La instalación del dispositivo se lleva a cabo a través del montaje mecánico y del moteje eléctrico, como se describe a continuación.

4.1 Montaje mecánico

Para efectuar el montaje mecánico se recomienda instalar junto a la puerta, la placa que contiene el teclado y los indicadores, situando en el interior de la dependencia la caja que contiene el resto del circuito y las conexiones, como se muestra en la *figura 4.1.1*, con el fin de evitar posibles sabotajes. Aunque si no se requiere una seguridad extrema, puede instalarse el dispositivo completo fuera de la dependencia.

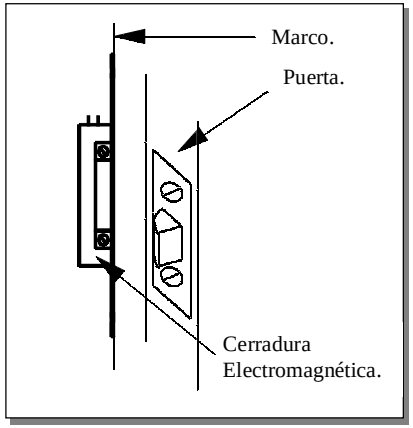

Figura 4.1.1.- *Montaje cerradura. Electromagnética.*

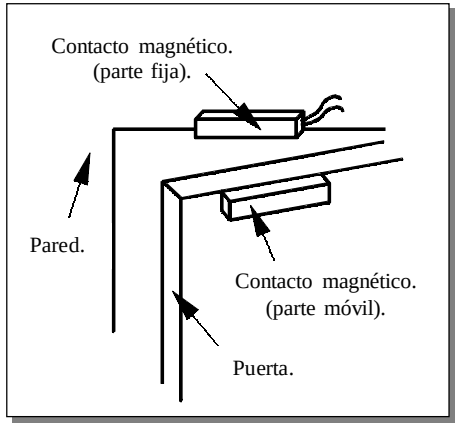

Figura 4.1.2.- *Montaje contacto Magnético.*

La cerradura electromagnética debe instalarse en el marco o en la parte fija de la puerta, como se muestra en la *figura 4.1.1*. El emplazamiento ideal para el contacto magnético es en la parte superior de la puerta, colocando la parte fija en el marco, y la parte móvil en la hoja de la puerta, según se muestra en la *figura 4.1.2*.

4.2 Montaje eléctrico

En este montaje es preciso tener un cuidado especial a la hora de efectuar las conexiones, sobre todo si se cambian o se manipulan los conectores del cable que une el teclado y los indicadores con el resto del circuito. En la *figura 4.2.1* se muestran las conexiones que deben efectuarse en el montaje. La *figura 4.2.2* corresponde al esquema general del circuito, excluyendo la fuente de alimentación, y muestra las conexiones del microcontrolador con el teclado y los indicadores, incluyendo el lector de tarjeta previsto para la versión 4.

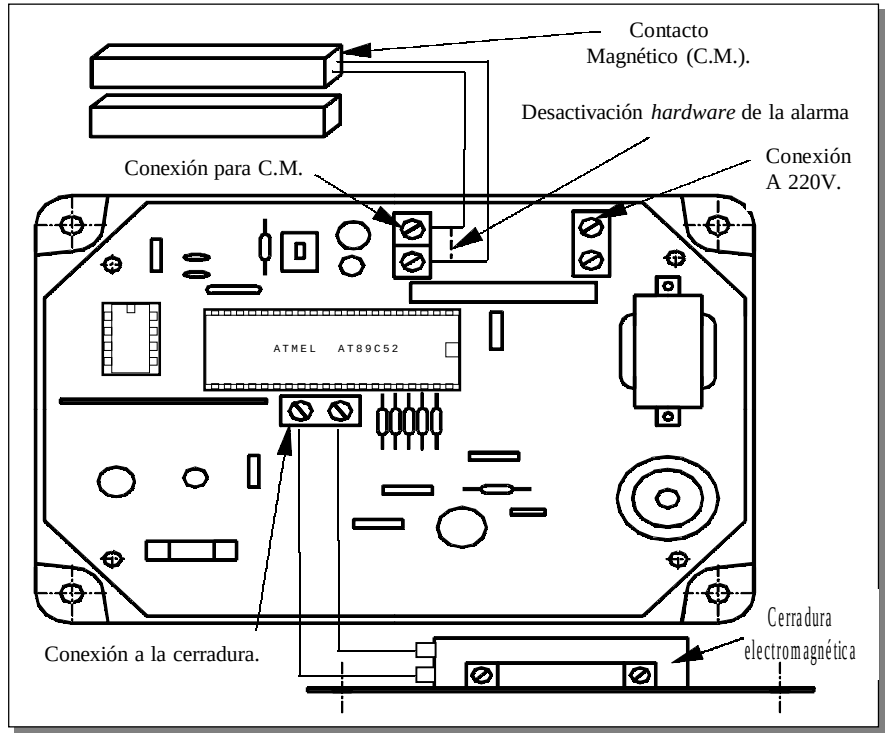

Figura 4.2.1.- *Conexiones del montaje eléctrico.*

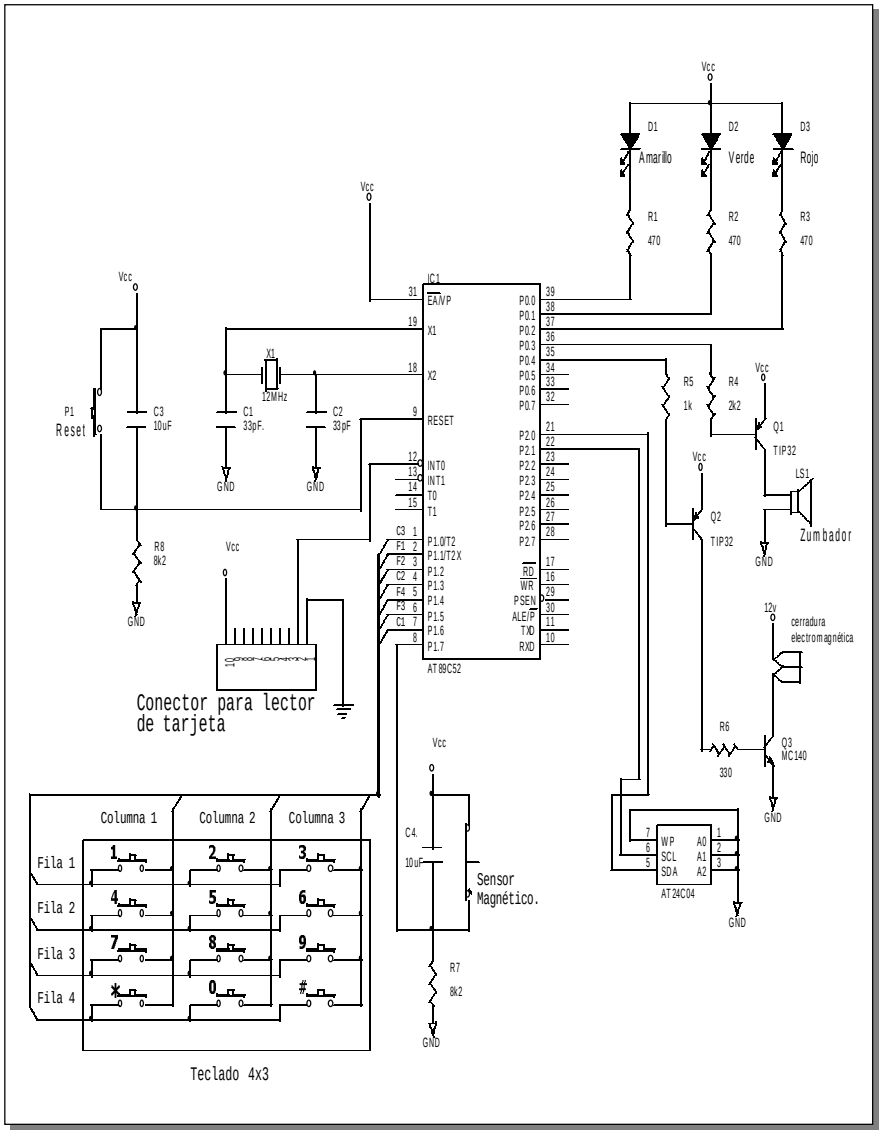

Figura 4.2.2.- *Esquema eléctrico*