

DOMOTICA = SEGURIDAD ELECTRICA UN EJEMPLO DE APLICACIÓN

Autor: VZ

Foco tecnológico: Automatización / Seguridad eléctrica.

Resumen.

La domótica, rama de la ingeniería dedicada al control y automatización del hábitat creado por el hombre, ha sido hasta ahora concebido como un elemento de confort y en muchos casos como suntuario en los diferentes casos de aplicación. La problemática generada por la calidad y seguridad de los servicios eléctricos en las zonas rurales nos han obligado a dar un giro de 180 ° en la concepción de dichos sistemas.

La domótica concebida para el confort ha sido, en éste caso, retransformada con el fin de brindar, seguridad y protección a las instalaciones eléctricas como primer objetivo, dejando en un segundo plano las funciones propias de está tecnología.

El caso particular presentado en éste trabajo corresponde a la solución aplicada en una vivienda ubicada en zona rural, con servicio eléctrico suministrado por una pequeña cooperativa y con importantes antecedentes de daños en instalaciones eléctricas producidos durante tormentas con descargas atmosféricas.

Además algunas funciones de seguridad preventiva fueron implementadas en la propiedad con el fin de proteger los bienes ubicados dentro de la misma en ausencia de sus propietarios, así cómo también el mando remoto.

La iluminación de la piscina, fue concebida con el fin de lograr el mayor grado de seguridad eléctrica y eficiencia energética implementándose un novedoso sistema basado en dispositivos LED que permiten generar un excelente nivel de iluminación, con consumo inferior a 30 W.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de estos sistemas han logrado la satisfacción total del propietario y una tasa de fallos nula en el periodo de tiempo transcurrido desde su implementación.

Detalle de situación.

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar la solución aplicada en un casco de estancia situado en la provincia de Entre Ríos, cuyos propietarios de origen alemán desarrollan una actividad de tipo agropecuaria. Los mismos realizan visitas en el período estival encontrándose a cargo de la dirección de la producción un familiar de los mismos. Los propietarios concientes del desarrollo existente en la automatización y control domótico solicitan una solución integral orientada a resolver la problemática que se plantea a continuación.

Dentro de la estancia existen dos grupos de edificaciones separadas por una distancia de 3600 m, el primer conjunto corresponde a la propiedad perteneciente al director del establecimiento junto a la cual se encuentran los galpones y talleres dentro de los cuales encontramos la más amplia gama de herramientas eléctricas desde perforadoras de banco hasta tornos de maquinado. La segunda edificación

pertenece al casco o propiedad principal destino de los propietarios, ésta consta de una casa de aproximadamente 300 m² junto a la cual se encuentra la piscina y la sala de máquinas.

La alimentación de ambos grupos se realiza mediante una línea de media tensión de tipo rural con transformadores independientes.

La problemática planteada por el director del establecimiento parte de la base que desde el año 1981, en el que se compra éste campo, han debido reponer equipamientos eléctricos por un valor superior a los 6000 dólares debido a los transitorios que se producen en la línea durante las tormentas con descargas atmosféricas no habiendo registrado daños por efectos directos de éstos fenómenos.

La reciente construcción del nuevo casco de estancia (año 2003) plantea la inquietud de los propietarios por dar solución a estos inconvenientes. Además el deseo de agregar elementos de confort que hagan más agradable los períodos de permanencia.

Seguridad eléctrica de las instalaciones y equipamientos.

Diagnóstico de las instalaciones existentes.

El caso presentado se circunscribe a lo actuado sobre las instalaciones existentes en el nuevo casco de la estancia. Si bien la propiedad es de reciente construcción la prolijidad y cuidado de las instalaciones eléctricas puede ser calificado en el mejor de los casos como nulo. Dentro de las falencias detectadas podemos enumerar:

- Tendido del cable subterráneo de baja tensión entre el transformador y la sala de máquinas, 200 metros de longitud sin canalización.
- Inexistencia de tablero de mando en sala de máquinas (ver figura – 1A).
- Comandos manuales (enchufes) para la conexión y desconexión de bombas de filtrado 1 HP y extracción de agua 1,5 HP.
- Instalaciones precarias y tendido de cables sin canalización en sala de máquinas.
- Altos niveles de humedad en sala de máquinas.
- Tendido de cable de alimentación entre sala de máquinas y casa principal de tipo subterráneo, sin canalización y encofrado dentro de platea, lo cual lo torna irremplazable en caso de daño.
- Inexistencia seguridad eléctrica en la vivienda, ubicándose el ingreso del cable subterráneo y posterior distribución, dentro del baño e uso diario (figura - 1B).
- Tendido de instalaciones interiores sin canalización dentro de las lozas, lo cual los torna irremplazables.

Por lo tanto y más allá de la problemática planteada por los propietarios y ante la imposibilidad de solucionar las falencias en instalaciones sin realizar daños o modificaciones en pisos o mampostería se plantean diferentes niveles de protección.

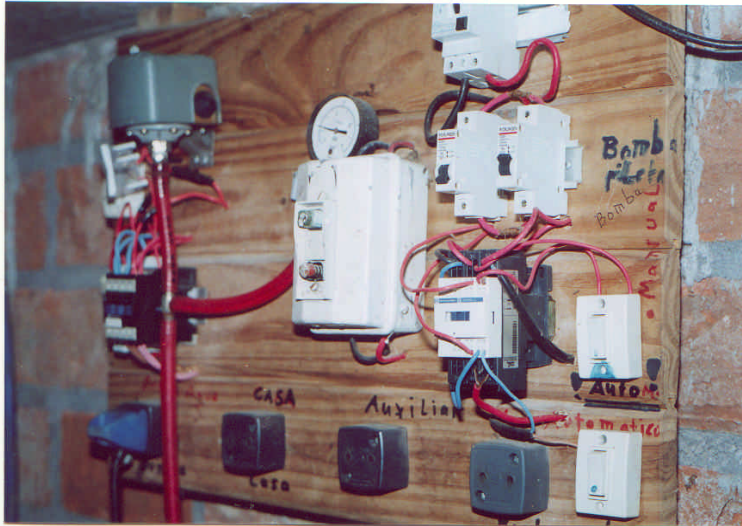


Figura - 1 A.



Figura – 1 B.

Mejoras en las instalaciones.

Debido a las fallencias enumeradas anteriormente y ante la imposibilidad de mejorar aspectos fundamentales de las instalaciones, tales como el tendido de cables se comenzó con la construcción de tableros eléctricos dentro de la sala de máquinas y la instalación de elementos de protección convencionales. Además si bien no pudo ser instalado un gabinete de contención de elementos de seguridad y mando dentro del baño en el cual se encuentra el ingreso de la alimentación a la vivienda, se instalaron elementos de seguridad inexistentes anteriormente.

Sistema de seguridad eléctrica Nivel 1.

El nivel 1 de elementos de seguridad eléctrica parte de la instalación de un gabinete estanco de grado IP 65 dentro del cual son implantados descargadores de óxido metálico de baja tensión 350 V, fusibles 30 A, disyuntor diferencial, interruptores termomagnéticos automáticos de seccionamiento y contactores para el mando de los motores de las bombas. Por otra parte dentro de la casa se subdividieron los circuitos eléctricos, protegiéndolos mediante la utilización de interruptores termomagnéticos y se procedió a la instalación de un disyuntor diferencial. De esta forma se proveyó a la instalación existente de elementos de seguridad normalizados y convencionales pero que a criterio del propietario resultan insuficientes. En la figura 2 puede apreciarse el tablero principal de la sala de máquinas con todos los elementos instalados, además de otros equipamientos que posteriormente serán mencionados.

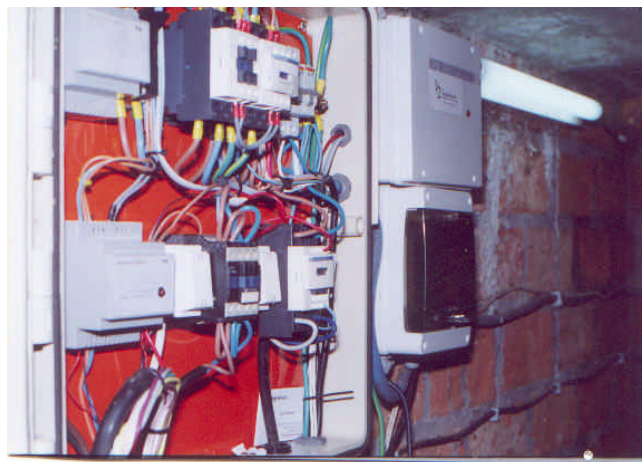


Figura -2.

Sistema de seguridad eléctrica Nivel 2.

Tal como se mencionó anteriormente ante la inquietud del propietario de no considerar confiables los elementos de seguridad eléctrica convencionales y ante la suposición del mismo que como única alternativa confiable debería aplicarse algún tipo de equipo seccionador que proteja las instalaciones, el cual además debe ser de mando remoto permitiendo su operación desde la casa principal o bien telefónicamente. Ante ésta inquietud es donde equipos de control domótico concebidos para otros fines, son rediseñados para lograr un segundo nivel de seguridad con las características de confort solicitadas.

Topología adoptada para el seccionamiento.

Con el fin de dar mayor protección y ante la imposibilidad de encontrar en el mercado un dispositivo actuador de seccionamiento remoto que permita una separación entre contactos lo suficientemente grande como para asegurar la no descarga de un transitorio de línea de muy alta tensión (tal como supone el propietario), se elige como alternativa la utilización de contactores de capacidad media que comandados por un equipo de control permita la conmutación de la carga de línea a una puesta a tierra segura. El sistema consta de un módulo de mando, uno de control y una interfaz de comunicación telefónica; el primero de estos diseñado específicamente para esta aplicación, basado en un microcontrolador tiene como principal función el mando de los contactores, de manera de producir la conmutación de los mismos cuando así se requiera. El segundo módulo o módulo de control es lo que denominamos la interfaz usuario, es el que permite mediante un simple pulsador realizar la conmutación de los circuitos.

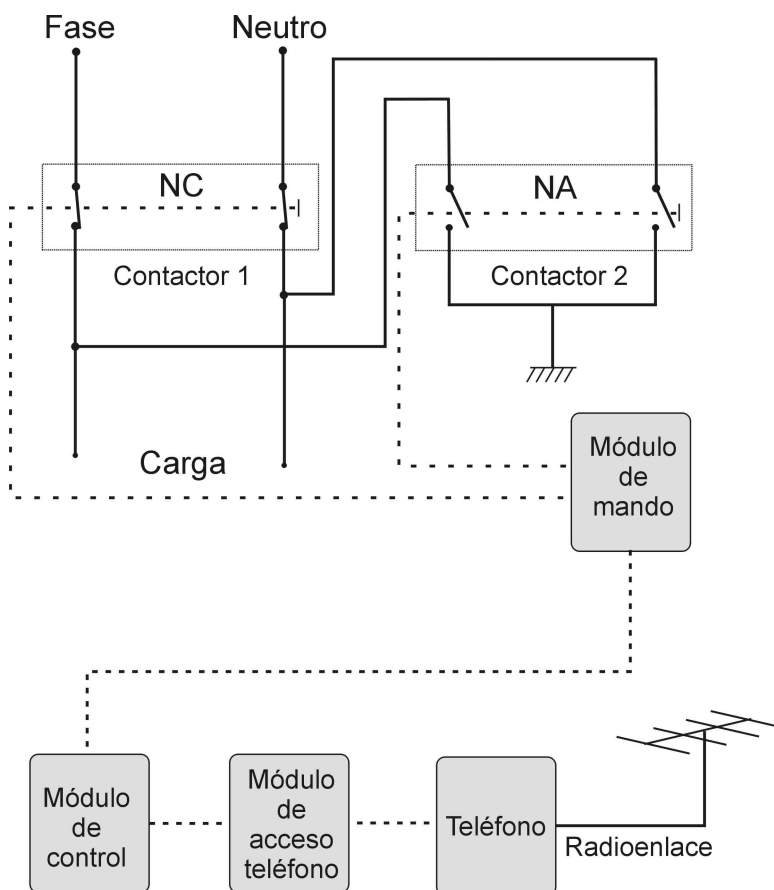


Figura – 3.

El modulo de acceso telefónico, diseñado para acceso a un sistema de control domótico y modificado para esta aplicación, permite al usuario, mediante el uso de un teléfono de tipo monocanal realizar la conmutación de los circuitos antes mencionados.

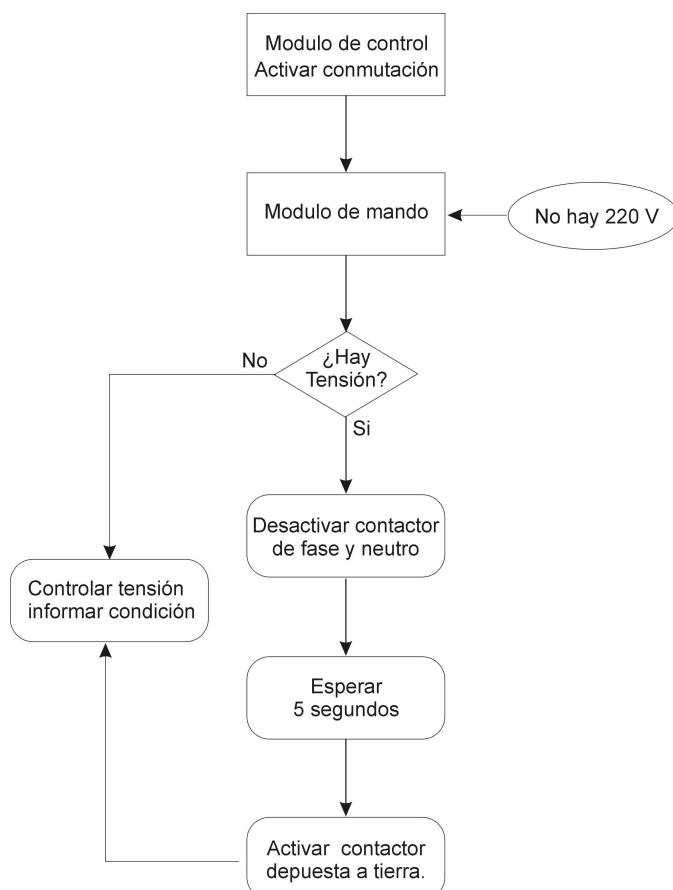
Funcionamiento del sistema.

Si bien el sistema tiene como principal función maximizar el nivel de seguridad eléctrico con el fin de proteger las instalaciones, el mismo debe permitir un mínimo nivel de conocimientos para su utilización, de manera de convertirse en un elemento más de confort. Los dos módulos principales, el de mando y el de control, basados en microcontroladores presentan deferentes funciones tales como:

- Medición de la tensión de línea, conmutar la carga para niveles de tensión inferiores a los 180 V o superiores a 260 V
- Detección de transitorios de línea de tensiones superiores a 300 V o inferiores a los 180 V, informar la existencia de los mismos.
- Conmutar la carga a tierra en caso de corte del suministro eléctrico.
- Conmutar la carga a línea un tiempo Δt posterior a la reconexión del suministro eléctrico, con el fin de evitar posibles transitorios.
- Permitir el mando telefónico.

La operación de conmutación de contactores puede ser realizada directamente desde el módulo de control sito en el tablero de ingreso de la casa, simplemente con la activación de un pulsador ubicado en el frente del mismo, cuando los propietarios se encuentran ocupando la vivienda y presumen algún tipo de riesgo eléctrico. Al realizase dicha operación, indicadores luminosos muestran el estado del sistema.

El módulo de mando opera la conmutación cuando la señal proveniente del módulo de control indica la acción o bien las tensiones se encuentran por fuera de los niveles de seguridad, según la siguiente secuencia lógica.



Al ordenarse la conmutación se analiza el estado de la tensión de línea, ante la posibilidad de haberse producido un a interrupción previa en el servicio, en cualquier caso la operación de puesta a tierra de la carga es similar; el contactor de fase y neutro es desconectado abriéndose el circuito eléctrico de alimentación.

Un tiempo de 5 segundos, es usado como guarda para evitar un cortocircuito a tierra, si bien los contactores cuentan con un circuito auxiliar de realimentación de bobina, el cual impide el cruce de los mismos. Luego del tiempo de espera es puesta toda la instalación eléctrica correspondiente a la carga a tierra con el segundo contactor.

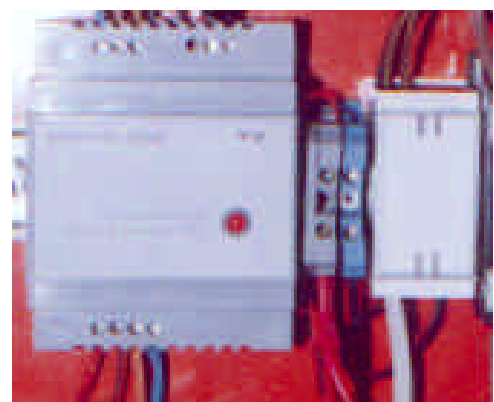
En caso de interrupción del servicio eléctrico el sistema detecta está situación, operando los elementos

de seccionamiento tal como fue descrito anteriormente. Para el proceso de reconexión de la alimentación en el caso que el corte haya sido producido por el propietario, la secuencia inversa es realizada. Sin embargo si el corte del suministro vino desde el proveedor del servicio eléctrico, el módulo de mando esperará por un tiempo de unos 30 segundos (mínimo) la normalización de los parámetros eléctricos, con el fin de evitar los transitorios de reconexión. Cuando el sistema evalúe como estable los niveles de tensión procederá a la reconexión de la alimentación a la carga según la secuencia inversa.

En la figura 4 se muestran los módulos de mando y de control, los cuales tienen las indicaciones en idioma alemán con el fin de permitir la interpretación del estado del sistema a los propietarios.



Módulo de control.



Módulo de mando

Figura - 4

Operación telefónica del sistema.

La opción de operación telefónica fue solicitada con el fin de permitir la conmutación del sistema ya sea desde la casa del director dentro del mismo campo o bien desde las oficinas de la empresa situadas en la ciudad a 10 Km del establecimiento, cuando los propietarios no se encuentran presentes, evitando tener que movilizarse hacia la propiedad principal. Para esto un módulo de acceso telefónico usado para el control de sistemas domóticos fue modificado para poder operar con el módulo de control. El sistema telefónico, basado en un radio enlace de telefonía rural comúnmente denominados teléfonos monocanal, consta de tres internos ubicados en los lugares mencionados anteriormente.

Cuando el propietario o el director desean interrumpir el servicio eléctrico del casco de la estancia, realizan una llamada al interno correspondiente, de no existir ocupantes el módulo telefónico toma el llamado e informa el estado del sistema.

Posteriormente se le indica realizar la conmutación, enviando un código al módulo de control. Para la reconexión se opera de igual manera.

Alimentación del sistema.

La totalidad de los equipamientos instalados son alimentados desde una fuente de 24 Vcc, incluidos los contactores. La misma esta compuesta por un circuito estabilizador y un circuito de carga de baterías las cuales son utilizadas como respaldo durante los cortes de servicio proveyendo una autonomía de 56 horas.

Control de iluminación.

Interior.

Con el fin de proveer un nivel mínimo de seguridad ante posibles actos vandálicos se complementó el sistema eléctrico de la vivienda con un equipamiento domótico dedicado, denominado Simulador de Presencia. El mismo posee como principal función realizar el ciclado de circuitos de iluminación interiores y exteriores siguiendo una rutina definida por las costumbres y horarios de los propietarios, incluyendo el encendido de TV o radio. La particularidad de este equipamiento, basado en un microcontrolador, es la de poder ser instalado en una vivienda con una instalación eléctrica convencional, sin necesidad de implementar un cableado estructurado o utilizar onda de portadora.

La simulación se realiza 7 días a la semana con rutinas diferentes y actuando sobre un total de 7 circuitos de iluminación mas radio o TV. El efecto de disuasión que se logra es importante ya que el ciclado de las luminarias interiores puede ser observado desde más de 600 m de distancia simulando realmente la presencia de personas en su interior. Nuevamente el uso del sistema es sumamente simple, la puesta en funcionamiento del mismo se realiza con una llave interruptora poseyendo como mecanismo de referencia un reloj (ver figura – 4) el cual se usaba anteriormente para el encendido de parte de las luces de la casa en horario nocturno.

Al módulo, cuya fotografía puede verse en la figura - 5, se lo modificó con el fin de poder operar las luces exteriores y la iluminación de la piscina desde la vivienda sin tener que ingresar a la sala de máquinas. Para esto se introdujeron pequeños pulsadores que generan códigos de comunicación que informan a un segundo dispositivo las operaciones a realizar. Por otra parte si la simulación se encuentra activada, los códigos son emitidos por el simulador de presencia de manera de incluir la iluminación exterior dentro de la rutina.

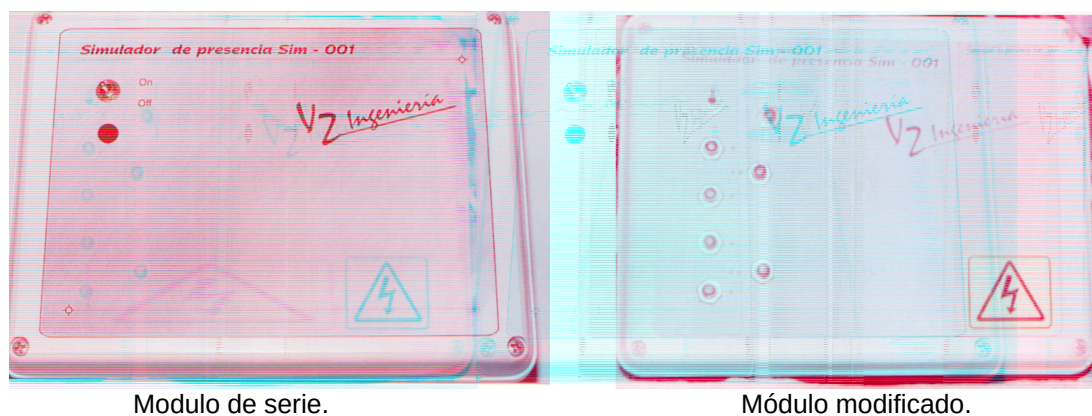


Figura – 5.

Iluminación exterior.

La iluminación exterior del parque se encuentra dividida en cinco circuitos de la siguiente manera, dos farolas al frente con lámparas de bajo consumo 22 W, dos reflectores al frente con lámparas de 500 W, dos farolas y reflectores al fondo de iguales características, el quinto circuito constituido por la iluminación de una fuente en el centro del parque (todavía no instalada).

Estos circuitos son comandados desde un módulo de salida ubicado en el cuarto de máquinas lugar en el cual se habían dejado previstos el ingreso de los cables subterráneos de la instalación de iluminación exterior. Dicho módulo se comunica con el módulo de simulación mediante un código de señal y un cable multipar que el propietario había dejado previsto durante la construcción de la vivienda y el cual también es utilizado por los módulos de mando y control anteriormente mencionados (Figura – 6).

La iluminación exterior es usada con el fin de dar mayor seguridad utilizando las farolas exteriores las cuales se encuentran incluidas dentro de la rutina de simulación, como luces de respaldo permanentes, mientras que los reflectores son usados principalmente durante la estadía de los propietarios en ocasiones particulares. Eventualmente los reflectores son encendidos durante la simulación por períodos de no más de 10 m con el fin de no aumentar el consumo eléctrico.

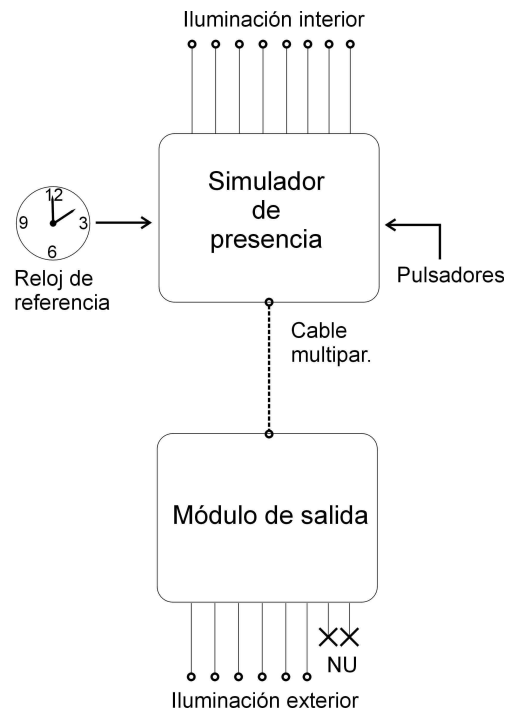


Figura – 6.

Control integral de piscina.

Una de las funciones solicitadas por el propietario, fue lograr la gestión totalmente automatizada de la piscina incluyendo la iluminación. Para esto se desarrollo un módulo de control, basado en microcontrolador de 8 bit, el cual permite el manejo de los siguientes dispositivos;

- Bomba de filtrado – programación del período de operación.
- Electro válvula de llenado diario - programación del tiempo de llenado.
- Electro válvula de dosificación de cloro – programación de la cantidad de cloro.
- Iluminación de piscina – programación de períodos horarios.

El mismo presenta un grado mayor de complejidad en el uso por lo cual la programación puede ser realizada por personal calificado o bien por el operador encargado de la limpieza diaria de la piscina, convenientemente entrenado. En la Figura – 2 a un costado del tablero principal se puede observar debajo del módulo de alimentación el gabinete de alojamiento del controlador. En la Fig. – 7 pueden observarse diferentes pantallas de control y programación.

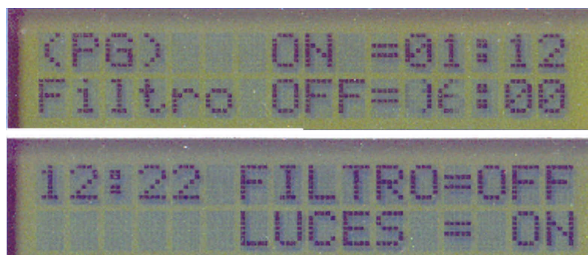


Figura – 7.

Iluminación de piscina.

De las diferentes alternativas existente en el mercado para la iluminación de piscinas se consideró la utilización de lámparas incandescentes o aplicación de iluminación por fibra óptica. La primera de las alternativas ya había sido probada con lámparas de baja tensión, sin haber obtenido resultados satisfactorios a causa de la corrosión en los contactos eléctricos que de una u otra manera habrían quedado en contacto con el agua de la piscina. La segunda alternativa fue descartada por los costos asociados al sistema, que si bien maximiza los niveles de seguridad resulta onerosa en su provisión.

La piscina presenta cuatro salidas o bocas destinadas a la instalación de luminarias, construidas en caños de PVC con roscas de 2", dentro de dichos conductos se ubicaban los cables de conducción de energía eléctrica y los puntos de empalme, los cuales sufrieron los efectos primarios de la corrosión al filtrarse agua dentro de los mismos.

Dadas las características de la instalación preexistente se decidió probar el desarrollo de luminarias basadas en led de alta luminiscencia montados sobre tapones plásticos para este tipo de tuberías. En la figura – 8 puede observarse un prototipo experimental o prototipo de evaluación construido con led estándar rojos.

Para el montaje de las luminarias utilizadas posteriormente en la piscina se seleccionó una combinación de led blancos, azules y verdes con el fin de obtener una gama de longitudes de onda que realcen los colores habitualmente asociados al agua. Finalmente se distribuyeron de la siguiente manera; Por cada luminaria se utilizaron; 8 Led verdes, 27 Led azules, 23 Led blancos.

En total 4 luminarias fueron construidas e instaladas en la piscina haciendo un total de 192 Led de 5 mm, operando con una fuente de alimentación de 12 Vcc estabilizada y doblemente aislada por circuito magnético. Debido a las diferentes características de los diodos emisores de luz utilizados se decidió implementar resistencias serie individuales para la limitación de la corriente directa, lo cual tiende a reducir notablemente la eficiencia energética de los dispositivos ubicando la potencia total disipada en un valor cercano a los 30 W muy por debajo de los 200 W utilizados anteriormente. Una vez instaladas y puestas en funcionamiento puede observarse un efecto sumamente agradable debido a la tonalidad de color obtenida, si bien el nivel de intensidad luminosa puede ser considerado bajo, pero debido a la ausencia total de contaminación lumínica se considera suficiente. En la figura – 9 se muestra una fotografía de la piscina en funcionamiento nocturno, la cual fue obtenida con un tiempo de exposición de 1,5 s a diafragma abierto, con lo cual los haces de luz parecen ser sumamente intensos. El encendido de la iluminación puede ser realizado manualmente, automáticamente mediante la programación del módulo de control de filtro – piscina o bajo el control del módulo de simulación de presencia, el cual incluye dentro de las rutinas de ciclado el encendido de las luces de piscina, farolas y reflectores.



Figura – 8.

El uso de tapones para caños de 2" en cada uno de los conductos, como medio de soporte de los led permitió, mediante el uso de selladores en las roscas evitar el ingreso del agua sobre los empalmes. De todas formas se usaron elementos de protección contra la humedad en los mismos.



Figura – 9

Conclusiones.

Seguimiento y detección de fallos.

Desde la instalación final del sistema realizada en el mes de noviembre del 2004 se ha estado realizando un seguimiento del mismo, controlando el funcionamiento mensualmente, evaluando las diferentes indicadores asociados al correcto funcionamiento. Como resultado de este seguimiento se han detectado errores eventuales en la medición de la tensión de línea que realiza el modulo de mando, los errores asociados mostraban en determinadas oportunidades desviaciones de entre un 10 % y 12 % respecto de un voltímetro (TRM). En los ensayos de conmutación, no se registraron casos de mal funcionamiento respondiendo el 100 % de las veces en forma correcta, así como también en la operatoria asociada a la conmutación en caso de interrupción del servicio eléctrico. El módulo de mando telefónico presentó como único inconveniente un falso contacto en la ficha de conexión al radio enlace telefónico, la cual debió ser remplazada. Los equipos de simulación de presencia, presentaron inconvenientes en la comunicación entre ellos, generando códigos incorrectos. Luego de un período de análisis se detectó un error de programación el cual fue corregido.

Reducción del consumo eléctrico.

El uso del simulador de presencia, dio como resultado una reducción indirecta en el consumo eléctrico, si bien la carga instantánea puede ser por momentos importante, la tasa de uso se reduce notablemente existiendo períodos de oscuridad total dentro de la rutina programada. Anteriormente y con el uso de un reloj se mantenía durante la noche una carga permanente del orden de los 300 W.

En general podemos concluir, a partir del índice de fallos y de la satisfacción del propietario y director del establecimiento, que la aplicación de la tecnología y el proceso de desarrollo llevado a cabo para dar lugar a la solución de un problema particular ha resultado sumamente conveniente técnica y económicamente.