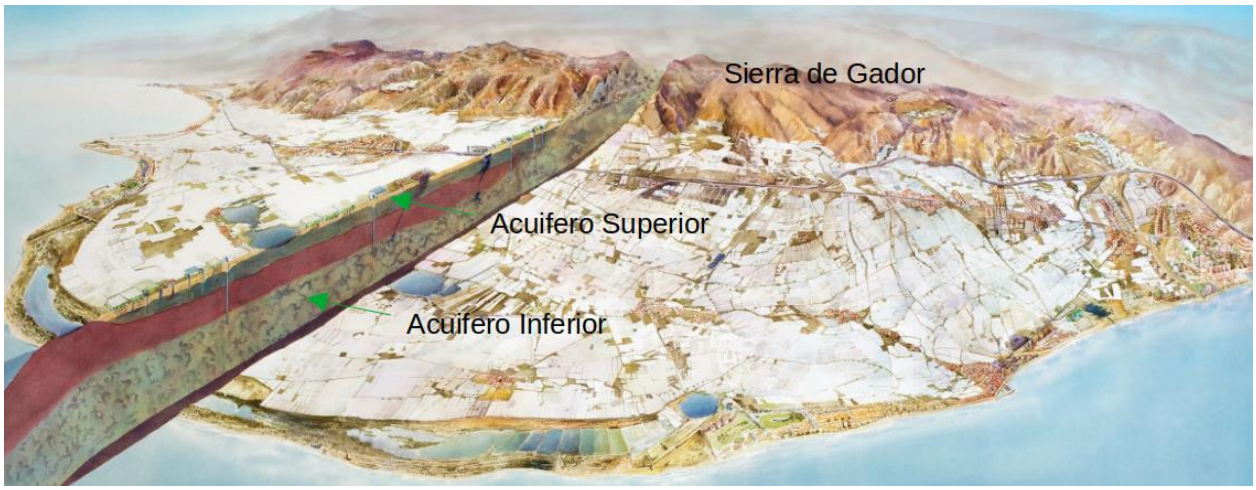
ANEJO 23

PUESTA EN MARCHA DE LAS INTALACIONES



ÍNDICE

1.- OBJETO 3
2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN 3
3.- PUESTA EN MARCHA DE LA RED 5
3.1 Revisión previa 5
3.2 Llenado de la red de riego 6
3.3 Puesta en marcha de elementos hidráulicos 6
3.4 Puesta en marcha de elementos de control de hidrante 6
3.5 Comprobación de todas las señales digitales 7
3.6 Comprobación de todas las señales analógicas 7
3.7 Actuadores 7
3.8 Puesta en marcha de otros elementos de la red 7
4.- PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES 7
4.1 Pruebas y configuración previas a la puesta en marcha de las instalaciones 8
4.1.1. Comprobación en cuadros eléctricos 9
4.1.2. Configuración de sensores, reguladores y equipos de control 10
4.1.3. Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Manual 11
4.1.4. Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Automático 11
4.1.5. Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido 12
4.2 Puesta en marcha, inspección y recepción 15
4.1.6. Trabajos de puesta en marcha 15
4.1.7. Hoja de inspección final y recepción de la instalación 15
5.- MATERIAL DE OBRA PARA REPARACIONES E IMPREVISTOS 15

1.- OBJETO

La norma UNE 318003 IN "Índice de proyectos de obras de riego" define la necesidad de un desarrollo específico de la puesta en marcha de las instalaciones. Las actuaciones a realizar en la puesta en marcha dependerán del tipo de instalaciones e involucrarán diversas disciplinas y especialidades. En este anejo, se desarrolla de forma orientativa y general, un procedimiento para la puesta en marcha de las instalaciones de eléctricas de baja tensión, los sistemas fotovoltaicos y de control-automatización, objeto del proyecto. La particularización definitiva deberá atender a los equipos y soluciones finalmente implementados y deberá resolverse y desarrollarse bajo la supervisión de la dirección facultativa, por el contratista, empresa instaladora y/u otros agentes involucrados.

De manera global, el desarrollo de todo proyecto de ingeniería comprende diferentes hitos o fases más o menos interrelacionados. Podríamos hablar de una etapa inicial de especificaciones técnicas, otras de diseño de la solución, montaje y programación, pruebas previas y configuración, puesta en marcha, recepción de la instalación, puesta en servicio por el explotador y finalmente, un seguimiento y mantenimiento.

Aunque la segregación de dichas fases puede llegar a ser relativamente difusa, en el presente documento nos centraremos en desarrollar las actividades a contemplar en la fase de pruebas previas y configuración, así como en la fase de puesta en marcha propiamente dicha, conducente a la recepción de la instalación por la propiedad

El objeto perseguido en el anejo es el de proporcionar información de las operaciones a abordar en las instalaciones contempladas en el proyecto y sus componentes, estableciendo pruebas, ensayos u otras actuaciones a contemplar, así como una planificación básica, aseverando en todo momento, la integridad de las instalaciones y personas. El resultado de este proceso deberá venir registrado y su adecuación refrendada en un informe de pruebas donde conste el resultado de todos los procedimientos efectuados.

Para la puesta en marcha y con objeto de cumplir la Norma UNE-EN 62.446, inicialmente se deberá realizar una verificación y ensayos iniciales.

2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

Todas las actuaciones a realizar bajo el marco de este anejo, independientemente de lo mencionado a continuación, deberá de cumplir con toda la normativa en vigor aplicable a este tipo de instalaciones, en el momento de ejecución de los trabajos. Todos aquellos suministros y trabajos necesarios para la correcta puesta en servicio de las instalaciones, han de cumplir los requisitos que establezcan los códigos, normas, recomendaciones, reglamentos o leyes vigentes, y cualquier disposición estatal o local en vigor. A modo de referencia:

Normativa Aplicable en Fotovoltaica:

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Reales Decretos: 1826/2009, de 27 de noviembre, 249/2010, de 5 de marzo, 238/2013, de 5 de abril y 178/2021, de 23 de marzo, que modifican y derogan el Real Decreto

1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones técnicas (IT).

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación. Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por la Orden FOM/588/2017, de 15 de junio y por el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- UNE-EN-ISO 9488:2001 “Energía Solar: Vocabulario”.
- UNE-EN 61215-1-1:2016 “Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-1: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino”.
- UNE-EN 61215-1:2017 “Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1: Requisitos de ensayo”.
- UNE-EN 61215-2:2017 "Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 2: Procedimientos de ensayo", así como sus correcciones UNE-EN 61215-2:2017/AC:2018-04.
- UNE-EN 61215-1-2:2017 “Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-2: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada de telururo de cadmio (CdTe)”.
- UNE-EN 61215-1-3:2017 “Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-3: Requisitos especiales de ensayo para módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada basados en silicio amorfo”.
- UNE-EN 61215-1-4:2017 “Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-4: Requisitos especiales de ensayo para módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada basados en Cu(In,GA)(S,Se)2”.
- UNE-EN 50380:2018 “Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos”.
- UNE-EN 61427-1:2013 “Acumuladores y baterías de acumuladores para el almacenamiento de energía renovable. Requisitos generales y métodos de ensayo. Parte 1: Aplicaciones fotovoltaicas independientes de la red”.
- PCT-A-REV - febrero 2009 “Pliego de Condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas aisladas de red”, editado por el IDEA.
- PCT-C-REV - julio 2011 “Pliego de Condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red”, editado por el IDEA.
- “Tablas de referencia de pérdidas por sombra”, editadas por el IDEA.

Normativa Aplicable en sistemas Eléctricos de BT:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Directiva 2014/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 298/2021, de 27 de abril, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- Norma UNE-HD 60364-6:2017 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 6: Verificación, así como sus modificaciones UNE-HD 60364-6:2017/A11:2018 y UNE-HD 60364-6:2017/A12:2018.
- Conjunto de normas UNE-EN 61439: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- Conjunto de normas UNE-EN 60947: Aparamenta de baja tensión.
- Conjunto de normas UNE-EN 60898: Accesorios eléctricos.

3.- PUESTA EN MARCHA DE LA RED

3.1 Revisión previa

Previo al llenado de la red se comprobarán:

- Apertura de todas las válvulas de compuerta de la red.
- Apertura de todas las válvulas de mariposa de la red.
- Apertura de todas las válvulas de ventosa de la red y cierre de las llaves de esfera si las tuviera.
- Cierre de todas las válvulas de desagüe de la red.
- Comprobación que el reductor de las válvulas de mariposa se encuentran por encima del nivel freático
- Apertura de la válvula de mariposa de todos los hidrantes y cierre de la compuerta exterior. Cierre de las llaves esfera del hidrante.
- Se pasará a la etapa siguiente si no se han detectado fallos, en caso contrario, debería de procederse a la reparación de estos.

3.2 Llenado de la red de riego

Se debe llenar de agua la totalidad de la red de riego. El llenado se realizará lentamente para evitar que quede aire en la tubería, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire.

El llenado lo realizaremos en dos etapas, una primera etapa que consistirá en la apertura parcial del by-pass hasta que se llene por su peso los tramos de tubería que tengan la altura suficiente. Una segunda etapa que consistirá en impulsar con alguna de las bombas, para ello, se fijará un caudal de llenado un 30% inferior al recomendado por los proveedores de la tubería. (Comprobar el cálculo que se hizo para las ventosas).

Se mantendrá la bomba arrancada y se irá incrementando la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta que el conjunto de la red alcance la presión de funcionamiento de esta, se parará la bomba cuando a régimen constante de la misma no entre caudal a esta presión.

Esperamos 24 horas y al día siguiente volvemos a poner en carga la tubería y comprobamos que el descenso que sufre la presión por minuto debe ser inferior a 0,9 kg/cm².

Cuando, durante la realización de esta etapa de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores al valor admisible antes indicado, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa hasta superarla con éxito.

3.3 Puesta en marcha de elementos hidráulicos

- Comprobar el correcto funcionamiento de la válvula de mariposa, se abrirá el desagüe del filtro y debe haber paso de agua.
- Comprobar la estanqueidad de todos los elementos: con la válvula de mariposa abierta, la válvula de compuerta cerrada y la válvula hidráulica en open se comprobará que no pierde ningún elemento del hidrante.
- Comprobar el correcto funcionamiento de la válvula hidráulica, para ello, la cerraremos manualmente.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los pilotos reguladores de la válvula: se pone la válvula hidráulica en open, se abrirá la válvula de compuerta y debe haber paso de agua. Si no hay paso de agua actuaremos sobre la regulación de los pilotos hasta que pase agua.
- Comprobar el correcto funcionamiento de todas las válvulas de esfera del hidrante.
- Comprobar que el giro de las hélices del contador se realiza de una manera uniforme, debemos tener la válvula de mariposa abierta, la válvula de compuerta abierta y la válvula hidráulica en open.
- Se emitirá un informe de conformidad de todos los elementos revisados.

3.4 Puesta en marcha de elementos de control de hidrante

Se realizará con los elementos desconectados de la tarjeta de telecontrol.

Previamente:

- Comprobar la correcta colocación de todos los elementos de telecontrol.

- Comprobar que el cableado está bien distribuido por el hidrante, no quedando cables por el suelo. En caso de que sea necesario, embridar los cables a la barra de sujeción del hidrante.

3.5 Comprobación de todas las señales digitales

- Detector de intrusión: se comprobará que ofrece continuidad. Se situará un imán encima del detector y el sensor debe cambiar de estado.
- Contador con paso de agua: se comprobará la existencia de pulsos cuando el imán del contador se enfrente al sensor.
- Detector de posición de la válvula: se comprobará que con la válvula cerrada el sensor ofrece continuidad o no continuidad estando en estado contrario en caso de apertura.
- Presostato: con la válvula cerrada y la de compuerta abierta se comprobará que el presostato da continuidad.

3.6 Comprobación de todas las señales analógicas

- Mediante un lector de entradas analógico se enganchará el transductor de presión, comprobando la lectura que dé con un manómetro situado en el mismo punto del hidrante.
- Detector de flujo calorimétrico: alimentar el detector de flujo, se comprobará el paso o no de agua mediante la apertura y cierre de la válvula hidráulica.

3.7 Actuadores

- Electroválvulas: mediante un dispositivo que provoque impulsos eléctricos se conectará la electroválvula realizando 3 ciclos de apertura y cierre, se comprobara su correcto funcionamiento.

3.8 Puesta en marcha de otros elementos de la red

Respecto al resto de elementos de la red y una vez llena se llevará a cabo las siguientes comprobaciones:

- Apertura y cierre de todas las válvulas de compuerta de la red.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de mariposa de la red.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de ventosa de la red. Comprobar la salida y entrada de aire. Además, se revisará la estanqueidad de todos sus elementos.
- Apertura y cierre de todas las válvulas de desagüe de la red, así como su derivación controlada a cauce.

4.- PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Tal y como se ha descrito anteriormente, existen diferentes fases para la adecuada puesta en servicio de las instalaciones que permitan la aceptación y recepción de las instalaciones por la propiedad. A lo largo de este apartado, describiremos las pruebas previas y configuración y la puesta en marcha.

En este punto se presupone la ejecución e instalación en obra de los equipos, cuadros eléctricos, instrumentación y otros componentes necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones objeto del proyecto.

Se recuerda que el instalador autorizado en baja tensión que haya o vaya a ejecutar los trabajos contemplados en el presente anejo, dispondrá de los medios técnicos mínimos requeridos según el REBT y aquellos que sean necesarios para la adecuada ejecución de los trabajos, tanto para realizar las mediciones reglamentarias como para simular, en su caso, la sensórica presente, tales como telurómetro, medidor de aislamiento y continuidad, polímetros, generadores de señal 4-20 mA, etc.

Para la puesta en servicio será requisito imprescindible, disponer de la siguiente documentación:

- Esquemas eléctricos desarrollados y planos de la instalación actualizados.
- Manuales de instalación y puesta en marcha, hojas de especificaciones técnicas, protocolos de ensayo, certificados de los equipos e instrumentación instalada, así como cualquier otra documentación relevante, requerida por la dirección facultativa.
- Proyecto redactado y firmado por un técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. Su contenido estará desarrollado según lo establecido en la ITC-BT-04.

4.1 Pruebas y configuración previas a la puesta en marcha de las instalaciones

Reconociendo que inevitablemente todo montaje lleva consigo una incertidumbre o probabilidad de error, ya sea de diseño o durante el propio montaje y programación, el objeto perseguido en este punto, será el de reducir las posibles incidencias a las que nos podríamos enfrentar, previamente a la puesta en marcha. Estas pruebas previas pretenden subsanar defectos y evitar fallos durante fases posteriores, que pudiesen originar averías y deterioros en equipos, así como pérdidas de jornadas de trabajo del equipo multidisciplinar asociado a la puesta en marcha.

Antes de iniciar ningún procedimiento en las instalaciones objeto del proyecto, se realizará una inspección visual general de la misma, aseverando una adecuada limpieza, iluminación, condiciones ambientales y presencia de equipos de seguridad necesarios. En el caso de que alguno de estos aspectos no permita el normal desarrollo de los trabajos, se adoptarán las medidas correctivas necesarias.

Antes de su implantación en obra, en el taller del cuadrista y en presencia de los agentes que se definan en el protocolo definitivo, los armarios de potencia y de control contemplados en el proyecto, serán sometidos a unas pruebas FAT (Factory Acceptance Test) conforme UNE-EN 61439-1. El cuadrista generará por cada envolvente finalizada, el correspondiente certificado de las tres verificaciones individuales requeridas:

- Inspección del cableado y funcionamiento eléctrico, comprobación del montaje al esquema unifilar, embarrados, etc.
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales (salvo los circuitos auxiliares que no puedan someterse a la tensión de ensayo).
- Verificación de las medidas de protección y continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

Posteriormente, una vez montados los armarios en campo, y realizadas las interconexiones entre armarios, y entre armarios y elementos de campo: válvulas motorizadas, instrumentación etc., se continuarán las pruebas previas de interconexión.

La empresa instaladora realizará las pruebas de la instalación en su conjunto que nos marcan los reglamentos electrotécnicos de aplicación, tales como:

- Medida de continuidad de los conductores de protección.

- Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
- Medida de la rigidez dieléctrica.
- Medida de las corrientes de fuga.
- Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
- Medida de la impedancia de bucle.
- Comprobación de la secuencia de fases.

Esta empresa instaladora emitirá el correspondiente Certificado de Instalación Eléctrica, también denominado "Boletín", según el modelo establecido por la administración, que deberá ser entregado al órgano competente de la comunidad autónoma, para recibir las autorizaciones de uso pertinentes y su inscripción en el correspondiente registro.

En este punto, podríamos disponer de las autorizaciones de puesta en servicio por parte de los organismos afectados o en su defecto, se posibilitaría bajo consideración de la dirección de obra, el empleo de grupos electrógenos de potencia adecuada si no se hubiese finalizado este proceso administrativo.

Durante esta fase de pruebas y configuración previas, se irían completando aquellos apartados que le fuesen de aplicación, en las hojas de inspección final, según ISO9001:2015.

A continuación, se establece un orden, de carácter opcional, para llevar a cabo la comprobación-verificación de los diferentes sistemas de la instalación:

- Comprobación en cuadros eléctricos.
- Configuración de sensores, reguladores y equipos de control.
- Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Manual.
- Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Automático.
- Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido.

4.1.1. Comprobación en cuadros eléctricos

Se verificará la adecuación de cada envolvente, ratificando la concordancia entre el listado de materiales y los prescritos, ausencia de golpes y/o abolladuras, estado de justas y uniones, identificaciones de los armarios y de elementos interiores (protecciones, actuadores, conductores), correcta ejecución de componentes según recomendaciones de los fabricantes…

Posteriormente, se verificará que todas las protecciones eléctricas se encuentran desactivadas y que de todo selector existente se encuentra cada uno de ellos en la posición 0, por lo que un suministro inesperado desde la red eléctrica no activará ningún servicio de la instalación.

A continuación, un trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra, irá secuencialmente midiendo la tensión de la red eléctrica existente entre los bornes de la entrada del correspondiente cuadro, e irá poniendo en servicio los diferentes circuitos existentes, verificando que existe la tensión eléctrica correspondiente en cada uno de ellos.

Se prestará atención a la correcta energización de los circuitos de mando, confirmando con mediciones y activación de pilotos luminosos esta situación, así como el alumbrado en todos los cuadros eléctricos. Igualmente, se ratificará el adecuado funcionamiento de termostatos y accionamiento de resistencias de caldeo y ventiladores de los cuadros.

Este procedimiento se realizará desde el origen del suministro eléctrico, hasta los diferentes cuadros eléctricos que alimenten todas las cargas eléctricas presentes, de forma discreta.

Se prestará atención a la comprobación en el CGP de existencia de tensión eléctrica. Para ello será necesario medir la tensión eléctrica existente entre los bornes, aguas arriba de los porta-fusibles por un trabajador cualificado. Una vez verificada la existencia de tensión, se insertarán los correspondientes fusibles de protección.

Así, se ratificará según las líneas descritas anteriormente, la adecuada puesta en servicio de todas las envolventes existentes, Cuadro de Control de Motores, Cuadro de Servicios Auxiliares (SSAA), Cuadro de Telecontrol…

4.1.2. Configuración de sensores, reguladores y equipos de control

La solución técnica finalmente implementada dispondrá de algunos elementos, tales como relés de protección de motor, interruptores diferenciales ajustables, indicadores de proceso, que serán preferentemente configurados, fuera de obra.

En particular, los PLC y pantallas de operación necesitan de una configuración y/o una transferencia de programas de control. Deben probarse una a una todas las entradas y las salidas asociadas, haciendo uso de puentes, instrumentos de test y programas de diagnóstico de PLC. Se desarrollarán hojas de inspección final exclusivas para reflejar el estado de cada una de las entradas y salidas del PLC. Todos los parámetros de proceso críticos del automatismo deberán ser introducidos en esta fase de pruebas previas y configuración.

Por otro lado, en esta fase podemos destacar:

- Parametrizar el indicador de transmisión de nivel/presión.
    - El trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra, procederá a la inclusión de los parámetros necesarios según las necesidades de funcionamiento de la instalación, y de los rangos de nivel/presión de funcionamiento requeridos según la solución hidráulica finalmente implementada. Los datos incluidos en los equipos indicadores, quedarán reflejados en los respectivos manuales de usuario, permaneciendo una copia de los mismos en la instalación.
- Ajuste de los sensores de seguridad.
    - El trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra, procederá al ajuste de la instrumentación de seguridad (Boyas/Detectores de inundación) según las necesidades de funcionamiento de la instalación requeridas por la solución hidráulica finalmente implementada. Se forzará el cambio de estado del relé correspondiente para asegurar su adecuado registro por el sistema de control y su actuación sobre la correspondiente maniobra eléctrica. En su caso, los valores consignados quedarán en los respectivos manuales de usuario, permaneciendo una copia de los mismos en la instalación.

- Volcado de la programación en el PLC.
    - Antes de proceder a la programación, la empresa instaladora habrá redactado una descripción funcional de sistema, que deberá ser aprobada por la dirección facultativa. En dicha descripción quedarán definidas las funcionalidades del sistema y la lógica de actuación del sistema. En el caso de que no se hubiese realizado anteriormente, una vez verificada la alimentación eléctrica en el PLC, se procederá al volcado de la programación prevista para la instalación.

4.1.3. Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Manual

Todos los procedimientos serán llevados a cabo por trabajadores cualificados, disponiendo de los medios necesarios y siguiendo las medidas de seguridad preceptivas. En este punto, ratificaremos que las protecciones involucradas, incluyendo los circuitos auxiliares, estén armadas y reguladas, según placas de características de cada receptor. Los ajustes y regulaciones realizadas, quedarán reflejados en la documentación técnica existente, permaneciendo una copia de la misma en la instalación.

Este procedimiento consiste en la verificación en modo manual, a través de botonera/selectores en su correspondiente posición, equipo a equipo que los consumos (sectorizando los circuitos involucrados) y que el sentido de giro de los equipos electromecánicos involucrados, sea el correcto. Se comprobará también la correspondencia física entre los receptores y los circuitos de control.

En particular, se verificará el correcto recorrido de las válvulas motorizadas instaladas y configurados atendiendo a los correspondientes manuales, comprobando finales de carrera y resto de señales de control de cada actuador (limitadores de par, termistor…) sobre la maniobra eléctrica, así como la alimentación a la resistencia de caldeo. Se parametrizará el SAI y se dejará sin suministro eléctrico y se verificará que todos los servicios que cuelgan del sistema de alimentación ininterrumpida SAI, siguen funcionando. Igualmente, se verificará el correcto funcionamiento del alumbrado interior y exterior, realizando en caso necesario, las pertinentes medidas reglamentarias.

Durante el funcionamiento en modo manual, comprobaremos además la correcta indicación de los instrumentos, así como los enclavamientos críticos. Es recomendable hacer las pruebas (simulacro) pertinentes a las paradas de emergencia, en condiciones que no sean las más desfavorables.

4.1.4. Comprobación de equipos Receptores-Actuadores en modo Automático

Para proceder a la prueba de la instalación en modo automático, comenzaremos habiendo verificado previamente que todos los instrumentos y elementos de control funcionan correctamente. Se irán posicionando los selectores en Automático, procurando ir controlando uno a uno, el número de equipos disponibles en este modo de trabajo, de forma se facilite el seguimiento de las pruebas a realizar.

Según los modos de funcionamiento que finalmente se implementen en las instalaciones, se favorecerá en este proceso una interacción mayoritariamente automático-local con el sistema de control.

En este punto, se verificará la lógica implementada en los controladores, buscando que la respuesta de la instalación sea controlada y predecible. Se procurará ir modificando las consignas de funcionamiento de las instalaciones (las mismas podrían forzarse en la programación), registrando y verificando que la respuesta de los equipos involucrados, atiende a la descripción funcional del sistema desarrollada anteriormente. Igualmente, se probarán uno a uno todos los enclavamientos en modo automático. Se anotará el resultado en las Hojas de Inspección Final. Se ajustarán, si existen, los lazos de regulación y se corregirán las deficiencias observadas.

De entre estos equipos, podemos destacar:

- Comprobación de las señales Analógicas/Digitales.
- Se procederá a la comprobación localmente del listado de señales correspondiente a la instalación, verificando una a una, todas las señales previstas (Entrada/Salida – analógicas-digitales).
- Comprobación de comunicaciones.
- Una vez verificada la alimentación eléctrica en el equipo de comunicaciones, se procederá a la verificación de la correspondiente, comunicación de la instalación con el centro de control al que está asociado.

Con carácter global en el sistema de control, se deberá:

- Verificar la consonancia entre los valores en autómata y en SCADA, según el refresco previsto.
- Conservar copia de seguridad de todos los equipos involucrados:
  - Configuración de equipos.
  - Listado de direcciones (mapeado de memoria del PLC de proceso)
  - Programas fuente de PLCs de proceso, pantallas de operador, y SCADA.

4.1.5. Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido

El protocolo básico de comprobación para la instalación fotovoltaica, se basa en una serie de pasos, en los que se revisan los diferentes componentes y se configuran los elementos "inteligentes". Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica, con el fin de descartar posibles imprevistos, se describirán a continuación los mencionados pasos.

Previo a la puesta en marcha de la instalación, es necesario realizar una serie de verificaciones previas por parte de la empresa instaladora autorizada. Aunque en puntos anteriores se han descrito parte de dichas comprobaciones, en este punto se reproducirán nuevamente con objeto de compilar las mismas, para este tipo discreto de instalaciones. Dichas pruebas las distinguiremos en dos grupos, pruebas sin tensión y pruebas con tensión. Entre ambas pruebas, se realizará la energización de la instalación.

Prueba sin tensión

- Se procederá a una inspección visual de paneles y de las estructuras instaladas, revisando conexiones atornilladas, proceso de hincado y sujeciones de los paneles, se ratificará la correcta fijación de los conductores evitando estrangulamientos, y el uso de terminales y prensaestopas adecuados. Se verificará el adecuado emplazamiento de los inversores (resguardo de incidencias climatológicas, ventilación…), revisándose la documentación generada en el control de calidad que afecte a este tipo de instalaciones.
- Tal y como se ha indicado en puntos anteriores, procederemos según reglamentación vigente a la comprobación de la continuidad del cableado presente, medida de la resistencia de aislamiento de los mismos, pruebas de envolventes conforme UNE-EN 61439-1, así como de la existencia de certificaciones de los equipos presentes.
- Posteriormente, realizaremos la medición de la tensión de circuito abierto y de corriente de cortocircuito de cada string, comparándolos con los valores indicados en la ficha

técnica de los paneles, y atendiendo al número de paneles configurados en serie. Las pruebas deben ser realizadas en un día de cielo abierto, en una hora central y se recomendaría compararlos con las condiciones NOCT, al ser probablemente más cercanas a la situación real.

Energización

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, estamos en condiciones de energizar la instalación. En este punto, se conectarán los inversores presentes a la red de baja tensión, desconectado la parte de continua, y asegurando que los inversores registran adecuadamente la tensión (400/230 Vca) y frecuencia de la red (50 Hz), a la que nos conectaremos. Todas las actividades aquí descritas, serán realizadas por un trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra. Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobar que la instalación en continua está desconectada, es decir, que los seccionadores del lado de corriente continua y en su caso, que todas las bases fusibles de los cuadros de CC, estén abiertas.
- Comprobar que la instalación en alterna está desconectada. Es decir, que los interruptores magnetotérmicos de corriente alterna, seccionadores…, estén abiertos o desconectados.
- Tras ratificar que las condiciones de suministro en el cuadro general de baja tensión donde se conecta la instalación fotovoltaica, son las adecuadas, es decir, en bornas del interruptor general de la instalación fotovoltaica, se procederá a conectar o cerrar dicho interruptor.
- Posteriormente, según las comprobaciones de los cuadros eléctricos descritos anteriormente, se irá midiendo que la tensión en bornes de entrada de cada cuadro es adecuada, y se irán procediendo a cerrar secuencialmente los circuitos, incluyendo finalmente el aparallaje de los inversores.
- En este momento, cada inversor ya es capaz de medir las condiciones de tensión y frecuencia de la red y se configurará el inversor para el código de red correspondiente, de acuerdo con los parámetros del RD 1699/2011 o Reglamento (UE) 2016/631, según el caso, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Pruebas con tensión

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, estamos en condiciones de procederemos con la siguiente fase. Será requisito imprescindible aseverar durante estas pruebas que la potencia nominal disponible de la instalación (inversores/strings conectados) es inferior a los consumos presentes, para evitar el vertido a red, al tratarse de instalaciones de autoconsumo sin excedentes y encontrarse el dispositivo anti-vertido sin configurar. Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobación del correcto funcionamiento de las protecciones y aparamenta de maniobra de corriente alterna (interruptores automáticos, relés diferenciales, seccionadores con y sin corte en carga), tanto las reglamentarias como las recomendadas por los fabricantes de los distintos equipos, y su conexión definitiva.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la aparamenta de maniobra de corriente continua, tanto las reglamentarias como las recomendadas por los fabricantes de los distintos equipos, incluyendo seccionadores del inversor, y en su caso, conexión de las bases fusibles de CC.

- Con todos los elementos de protección y maniobra de la instalación conectados, verificar que cada uno de los inversores es capaz de sincronizar correctamente con la red. Esta operación, se realizará inversor por inversor.
- Posteriormente realizaremos nuevamente la medición de la tensión de circuito abierto y de corriente de cortocircuito de cada string, comparándolos con los valores indicados en la ficha técnica de los paneles, y atendiendo al número de paneles configurados en serie. Las pruebas deben ser realizadas en un día de cielo abierto, en una hora central y se recomendaría compararlos con las condiciones NOCT, al ser probablemente más cercanas a la situación real.

Comprobación del sistema anti-vertido

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, procederemos con la configuración del sistema anti-vertido de cada instalación.

En este caso, es imprescindible seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante de los equipos. En cualquier caso, se indican aquí una serie de comprobaciones necesarias previas a su puesta en funcionamiento. Según el modelo de inversor finalmente instalado, puede ser necesario conectar parte de la instalación de corriente en continua, para lo cual se conectará el número mínimo de series de módulos, pero en la medida de lo posible, se limitará a trabajar con tensión en la parte de AC, sin producir energía, es decir, desconectando la parte de continua (seccionadores/fusibles abiertos). Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobar que el sistema anti-vertido está correctamente alimentado y encendido, según recomendaciones del fabricante.
- Comprobar que los inversores están encendidos y sin producir, se configurarán según indicaciones del fabricante en modo de limitación de potencia activa.
- Se ratificará que el contador de energía instalado en el punto de referencia del suministro existente está correctamente instalado, comprobando los valores de tensión y corriente, especialmente la secuencia de fases, el sentido de la corriente y relación de transformación de los transformadores de intensidad.
- Comprobar las comunicaciones del sistema anti-vertido con todos los inversores de la instalación y el contador de energía instalado en el punto de referencia del suministro existente.
- Procederemos a conectar la parte de corriente continua de la instalación, conectando seccionadores de corte en carga de cada inversor, y en su caso, de los fusibles existentes, pasando ya a producir energía. El sistema anti-vertido se podría configurar un valor mínimo de consumo desde red, como margen de seguridad adicional de que la instalación fotovoltaica no va a verter energía hacia la red.
- Comprobar mediante el sistema anti-vertido que se visualizan valores correctos de consumo y de producción de energía, para ello emplear la instrumentación adecuada (multímetros/pinzas amperimétricas).
- Comprobar que el sistema anti-vertido actúa correctamente, limitando la producción de la instalación fotovoltaica, cuando la potencia de salida del generador fotovoltaico es superior al consumo existente. Si es necesario, procuraremos reducir el consumo de la instalación para verificar esta situación cuando la producción solar sea superior.

4.2 Puesta en marcha, inspección y recepción

4.1.6. Trabajos de puesta en marcha

El personal mínimo que se entiende necesario para la puesta en marcha de las instalaciones será el siguiente:

- Dirección de obra.
- Contratas y subcontratas de obra.
- Fabricantes/suministradores de los equipos principales.
- Responsable de seguridad.

Se podrá establecer un coordinador de la puesta en marcha, que será el responsable de todas las actuaciones y confeccionará la documentación e informes correspondientes a la puesta en marcha de las instalaciones.

En este punto, ya deberá estar autorizada la instalación, y provista de suministro eléctrico ordinario. Partiremos de los elementos eléctricos conexionados y probados, y de la presencia de agua en todas las instalaciones hidráulicas involucradas. En esta fase será necesario proceder según todas aquellas actividades que descritas en los puntos anteriores que no hubiesen sido factibles de acometer por la ausencia de estos componentes.

Tras unas pruebas de previas y de configuración satisfactorias, en este punto nos focalizaremos en verificar el adecuado funcionamiento en automático, tanto en local como en remoto, de las instalaciones atendiendo a la descripción funcional del sistema elaborada.

Se introducirán las consignas de funcionamiento que se entiendan como definitivas de las instalaciones y se registrará el funcionamiento en conjunto de todos los equipos involucrados. Se procurará ir dejando fuera de servicio alguno de los equipos para corroborar la respuesta del resto de componentes y se analizará la generación alarmas, su reconocimiento, almacenamiento y resolución por el sistema de control implementado.

4.1.7. Hoja de inspección final y recepción de la instalación

Atendiendo a la norma de calidad ISO 9001:2015, se irán realizando inspecciones en curso durante las fases de montaje y programación, así como una inspección final de la instalación, para dejar registro documental del correcto funcionamiento de la misma. La empresa instaladora u otro agente según requerimientos del pliego de prescripciones o dirección facultativa, presentará para aprobación de la dirección de obra, esta documentación en que deberán presentarse registros que aseveren las actuaciones de revisión, verificación y validación llevadas a cabo.

5.- MATERIAL DE OBRA PARA REPARACIONES E IMPREVISTOS

Previa a la recepción de la obra y durante el plazo de garantía, el Contratista, corriendo de su cuenta, pondrá a disposición, en las instalaciones generales de la Comunidad de Regantes, el material general especificado en el presupuesto, para que tanto en la puesta en marcha como en el periodo de garantía, las reparaciones y otras actuaciones que se deriven de una incorrecta instalación y montaje, puedan corregirse o solucionarse de inmediato, aun sin la presencia de la contrata, por motivos de urgencia y seguridad.

En todo caso si durante el periodo de garantía fuese necesario utilizar parte de este material, este será repuesto nuevamente de forma que antes de finalizar la obra y previo a la recepción definitiva quede en los almacenes de la Comunidad de Regantes y a su plena disposición el material reflejado en el presupuesto de la obra.

El Ejido, noviembre de 2023

Autor del Proyecto



Fdo: Jorge Matías Moreno Pérez

Ingeniero de Montes