

CAPÍTULO 3

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA GUÍA GEMMA.

3.1 Presentación de la guía GEMMA.

En cualquier proceso de producción, aunque sería lo deseable, el equipo no siempre funcionará en modo automático, sino que pueden aparecer contingencias que obliguen a detener el proceso o a trabajar en defecto.

Por tanto será importante contemplar todos los posibles estados en que se puede hallar una máquina o proceso. No bastará con estudiar el funcionamiento normal, también denominado automático, sino las situaciones de fallo, de parada de emergencia, los procesos de rearme y puesta en marcha de la máquina, el control manual, etc...

Con el objetivo de crear un estándar, tanto en la automatización de sistemas de producción, como en el número y tipos de los distintos estados de funcionamiento en que puede hallarse uno de estos sistemas, se formó, en Francia, una comisión compuesta por destacados elementos de los sectores universitario e industrial y encabezada por ADEPA (Agence nationale pour le Développement de la Production Appliquée à l'industrie) en colaboración con AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), creadores del GRAFCET, desembocando en 1981 en la creación de la guía GEMMA (Guide d'Etudes des Modes de Marches et de Arrêts), la cual apoya el GRAFCET como método no solo descriptivo, sino que además, puede ser utilizada como un útil de diseño. En 1982 este trabajo fue recogido por la AFNOR, agencia de normalización francesa en la norma NF C03-1904.

La GEMMA es una es una guía gráfica, que permite presentar de una forma simple y legible los distintos estados o modos de un proceso de producción automatizado y las condiciones necesarias para franquear las transiciones de uno a otro estado.

Un automatismo se compone de dos partes básicas, el sistema de producción y el control del mismo. El control puede estar a su vez en dos estados, con alimentación o sin ella.

En el caso de que el control este alimentado, durante la evolución del sistema de producción pueden darse tres situaciones distintas:

- Sistema en funcionamiento.
- Sistema parado o en proceso de parada.
- Sistema en defecto o fallo de la parte operativa.

La guía GEMMA representa gráficamente cada uno de estas tres situaciones, así como el mencionado control sin alimentación, mediante rectángulos denominados de estado. Existe además otro rectángulo, en línea discontinua, denominado de producción que actúa como límite de la parte operativa activa del proceso, de forma que solo aquella parte de los estados incluida en este último rectángulo implica la producción efectiva del sistema.

Así el esquema simplificado de la guía GEMMA queda como se muestra a continuación:

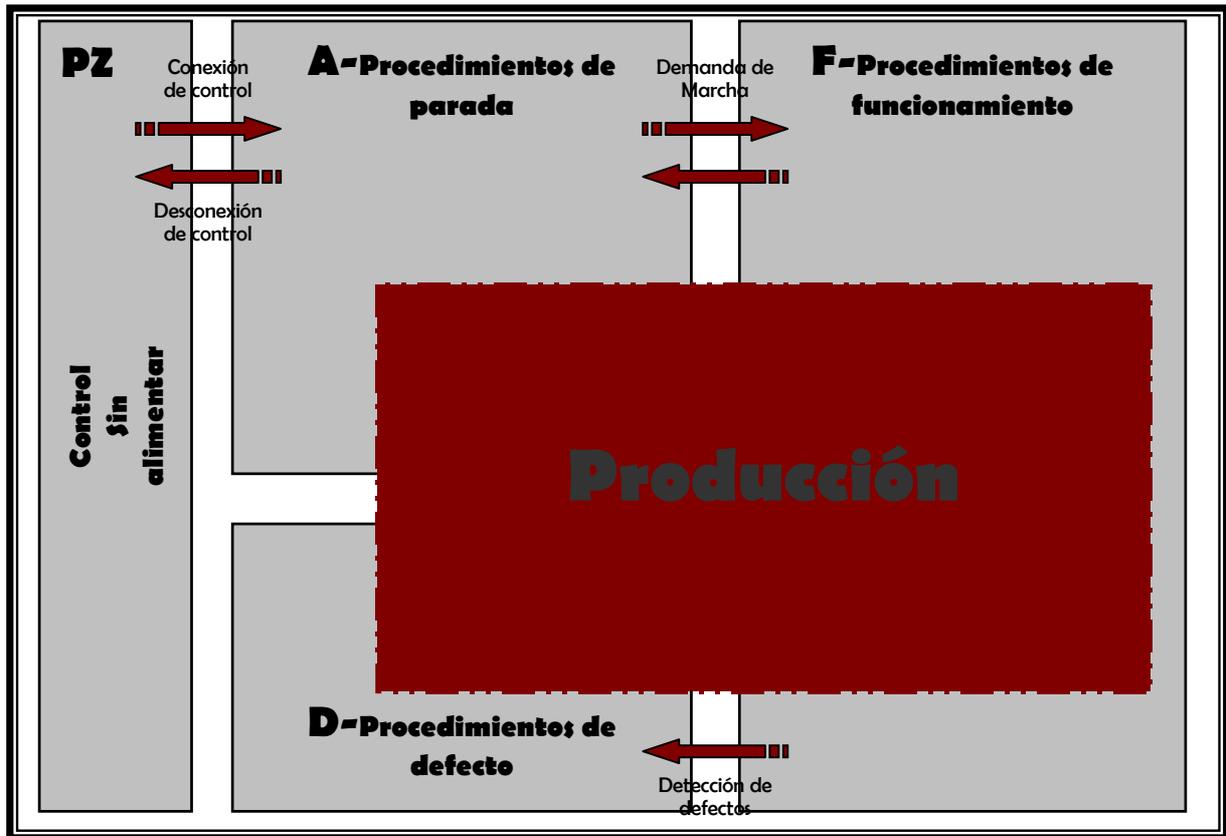


Figura 3.1:Esquema básico de una GEMMA.

3.2 Constitución y utilización de un GEMMA.

Cada una de esas tres situaciones, que en el GEMMA se representan mediante los rectángulos de estados, los cuales, se componen a su vez de distintos sub-estados o modos de funcionamiento, que representan cada uno de los casos en que puede hallarse un sistema de producción automatizado debido al acontecimiento de diferentes sucesos específicos y que lo fuerzan a un modo de funcionamiento concreto. De esta forma, en la guía GEMMA, existen 17 posibles modos de funcionamiento.

Como se ha apuntado con anterioridad la Guía GEMMA es un grafico soporte para el diseño de automatismos, así no se trata mas que de un bosquejo de GRAFCET de alto nivel en el que cada etapa es sustituida por un modo de funcionamiento de los 17 que componen la guía.

El diseñador debe seleccionar cuidadosamente, de entre todos los estados que propone la guía, aquellos que mejor se ajusten a la naturaleza del sistema que se desee automatizar, así como las transiciones entre dichos estados seleccionados planteando las condiciones de franqueo de las mismas. Además se añadirá, si fuera necesaria, una nota

aclaratoria o descriptiva dentro de cada rectángulo que precise con exactitud el modo de funcionamiento del sistema.

Para terminar de detallar el esquema de la guía GEMMA, que aparece en la figura 3.2 de la siguiente página, es conveniente reseñar los siguientes datos sobre el mismo:

- Como resulta evidente, las flechas de línea discontinua denotan las transiciones entre dos estados. Para no complicar en exceso el gráfico solo aparecen las más habituales, aunque pueden existir para cada sistema particular otras que no aparezcan en el gráfico y que el diseñador crea convenientes.
- Los modos F2, F3, F5 y F6, no están completamente incluidos en la producción. Se destaca de este modo el hecho de que, en general, por si solos no son suficientes para la obtención de productos.
- La flecha que entra a D1 y no tiene comienzo, indica que este estado puede ser alcanzado desde cualquier otro.
- El rectángulo del modo de funcionamiento A1 es de doble línea, para así denotar, por analogía con GRAFCET, que se trata del estado inicial o punto de reposo en el funcionamiento.
- Los modos de funcionamiento dentro de los procedimientos A y F se han agrupado con dos rectángulos más oscuros, por la similitud de funciones de los modos. Así se podría decir que A se compone de modos de parada y modos de puesta en marcha y F de modos de funcionamiento correcto y de funcionamiento en pruebas y verificaciones.

Una vez que se conocen todos los detalles de la guía GEMMA sé esta en disposición de constituir una para realizar la automatización de un sistema productivo concreto. Para su elaboración se deben seguir los siguientes pasos:

- Dado que la guía GEMMA contiene todos los estados, modos de funcionamiento, posibles en la mayoría de instalaciones automatizadas, el diseñador, deberá estudiar la naturaleza del proceso e identificar cuales de todos esos modos de funcionamiento se dan en el proceso, tachando aquellos que no sean posibles o sean innecesarios.
- Una vez definidos los distintos modos, habrá que analizar entre que estados será posible la evolución, teniendo en cuenta que en la guía aparecen marcados con línea discontinua los más habituales, aunque sin excluir la existencia de otras transiciones para cada caso concreto. Las transiciones elegidas se marcarán sobrescribiéndolas con una línea más gruesa.
- Especificar las condiciones de franqueo que permiten la evolución del sistema de un modo de funcionamiento a otro. Existirán ocasiones en que bastará con que el modo de funcionamiento anterior se haya completado, en este caso no será necesario indicar la condición de franqueo.

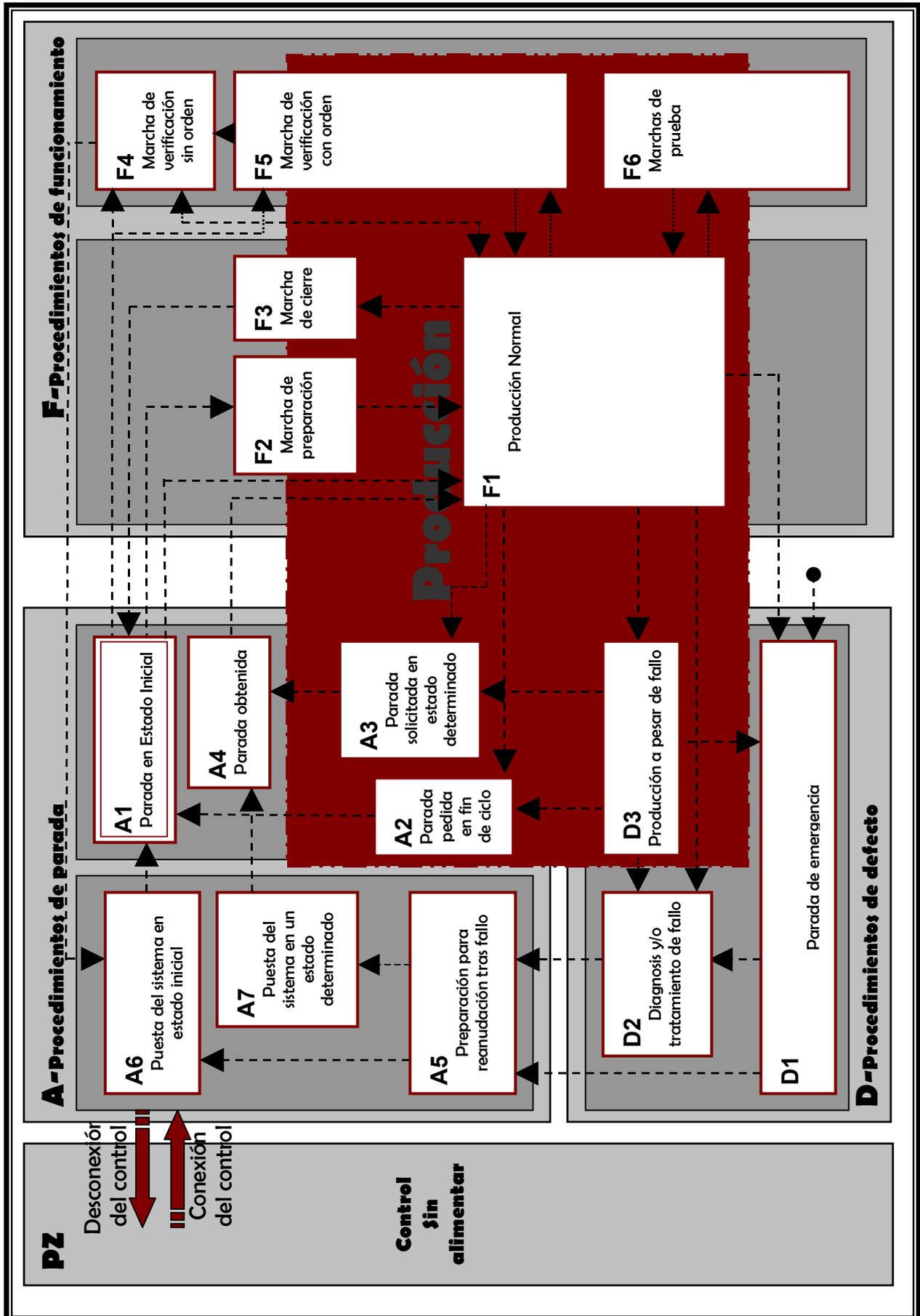


Figura 3.2: Esquema completo de la guía GEMMA

El seguimiento de la estructura GEMMA, simplifica la automatización de un proceso productivo al estandarizar la obtención de dicha automatización y facilitar el dialogo hombre-máquina, identificando las variables de transiciones y modos de funcionamiento.

3.3 Descripción de los modos de funcionamiento.

Como se ha visto en los apartados precedentes, la guía GEMMA divide el sistema de producción automática en tres situaciones o procedimientos, que a su vez se subdividen en diferentes modos de funcionamiento, existiendo un total de 17 modos diferentes que se detallan a continuación.

3.3.1 F-Procedimientos de funcionamiento.

En este conjunto se agrupan todos aquellos modos de funcionamiento imprescindibles para la producción. De esta forma se incluyen tanto el funcionamiento normal como pruebas y verificaciones, a pesar de que estas últimas no sean suficientes para garantizar la producción.

3.3.1.1 F1-Producción normal.

Se trata del modo de funcionamiento en que el sistema trabaja habitualmente. Coincide con el GRAFCET básico de un caso ideal, en que no se producen fallos de funcionamiento, ni son necesarias paradas de mantenimiento ni verificación, sino solo aquellas tareas para las que el sistema productivo a sido concebido.

3.3.1.2 F2-Marcha de preparación.

Engloba todos las maniobras previas, automáticas o no, que son necesarias para el buen funcionamiento del sistema durante la producción normal, como pueden ser el precalentamiento de hornos o la preparación de los componentes en un montaje; entre otros.

Como se puede apreciar en el esquema de la guía GEMMA, una vez el sistema se encuentra en el modo F1 únicamente puede volver a F2 a través del modo de parada en el estado inicial A1.

3.3.1.3 F3-Marcha de cierre.

Este modo de funcionamiento, parecido al anterior, incluye, como indica su nombre, todos los procedimientos previos a la parada del sistema productivo. Algunos ejemplos de estos procedimientos son el vaciado y/o limpieza de depósitos, el almacenamiento de material sobrante, etc...

Como en el caso anterior estos procedimientos pueden tener un carácter manual o automático.

3.3.1.4 F4-Marcha de verificación sin orden.

Es lo que se suele denominar como control manual. Este modo permite realizar cualquiera de los movimientos de que la maquinaria es capaz, o bien algunos preestablecidos, por orden de un operario y siempre dentro de unos márgenes de seguridad, con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del sistema de producción.

En este modo solo se mantienen activos los controladores mínimos necesarios para garantizar la seguridad del operador y el sistema.

3.3.1.5 F5-Marcha de verificación con orden.

Consiste en un procedimiento de avance paso a paso, que permite, en aquellos sistemas que sea necesario, la sincronización y acoplamiento de los distintos subprocesos que componen el funcionamiento normal del proceso productivo.

En este caso, el ciclo de producción se realiza por completo, pero al ritmo que marca la persona. Para ello el paso de una etapa a otra del GRAFCET básico, mencionado en F1, incluirá una condición de franqueo que debe ser emitida por el operador.

3.3.1.6 F6-Marchas de prueba.

Modo de funcionamiento que engloba a todas las maniobras destinadas a realizar un ajuste y mantenimiento periódico y preventivo de aquellos elementos del sistema que lo requieran. Los casos más habituales son la comprobación del tiempo de activación de los captadores y las curvas de comportamiento en los actuadores.

3.3.2 A-Procedimientos de parada.

En estos procedimientos, se recogen los diferentes modos de funcionamiento que implican la detención de la producción por razones ajenas al sistema productivo. Se incluyen en estos procedimientos, además de las paradas del sistema propiamente dichas, la preparación del sistema para su retorno al funcionamiento, separándose así los procedimientos de parada en dos grupos bien diferenciados como se comprueba en el esquema de la guía GEMMA.

3.3.2.1 A1-Parada en Estado Inicial.

Se trata del modo de funcionamiento del automatismo, en el que el control del mismo se encuentra activado y la maquina esta en reposo, aunque preparada para la puesta en marcha del ciclo de funcionamiento. Suele coincidir con el estado inicial del GRAFCET básico de funcionamiento ideal, ya mencionado anteriormente, por ello el recuadro de este modo de funcionamiento se encuentra formado por una doble línea.

Además cabe destacar que este es el estado en que se suele hallar representada la maquina en planos constructivos y eléctricos.

3.3.2.2 A2-Parada pedida en fin de ciclo.

Este modo de funcionamiento tiene un carácter transitorio. El sistema de producción, que estaba funcionando normalmente, deberá detenerse cuando se alcance el fin del ciclo productivo. Se observa que se hace necesaria la memorización de la señal de parada, de forma mecánica, lógica o manual, para evitar que se reanude la producción al termino del ciclo en que se realiza la petición, surgen así distintos grados de automatización del ciclo.

3.3.2.3 A3- Parada solicitada en estado determinado.

Es un modo de funcionamiento similar al anterior, así de la misma forma que ocurría con A2 este se trata de un modo de funcionamiento transitorio, aunque en este caso el sistema evoluciona hacia el modo A4 en lugar de hacerlo hasta la Parada en Estado Inicial, como sucedía con A2. Por tanto la maquina se detendrá en un modo de funcionamiento, distinto del inicial, ante una solicitud de parada realizada por parte del operador.

3.3.2.4 A4- Parada obtenida.

En este caso tenemos una situación de parada de la maquina en un estado de funcionamiento intermedio del ciclo, o lo que es lo mismo del GRAFCET ideal, diferente del estado inicial de reposo. Según la naturaleza del proceso productivo será posible la atención a una solicitud de parada del sistema en distintos estados del GRAFCET y siempre garantizando siempre la seguridad del sistema y los operarios.

3.3.2.5 A5- Preparación para reanudación tras fallo.

Abarca todas las operaciones de reparación, limpieza, reposición, vaciado, etc... que sean necesarias para la vuelta al modo A1, posibilitando así el normal funcionamiento después de producirse un defecto. Estas operaciones se suelen realizar, por razones de seguridad de los operarios, desconectando la energía del sistema productivo.

Como se observa en la guía GEMMA, la evolución del sistema hasta este modo de funcionamiento se realiza tras una parada de emergencia y si es necesario un diagnostico del error.

3.3.2.6 A6-Puesta del sistema en estado inicial.

Es lo que se conoce más habitualmente como reinicio del sistema. Al sistema, parado tras un defecto, o lo que es lo mismo, procedente del modo A5, se le repone la energía para volver a situarlo en la posición inicial. Este reposicionamiento puede hacerse de forma automática o manual, en este caso sería igual que el modo de funcionamiento F4.

3.3.2.7 A7- Puesta del sistema en un estado determinado.

En este modo de funcionamiento se coloca el sistema en un estado del ciclo distinto de la posición inicial. Un caso habitual es que se sitúe el proceso productivo en

la misma posición en que se encontraba en el momento de una parada de emergencia, retomándose de este modo la producción por donde se detuvo.

Al igual que en el modo anterior, el posicionamiento podrá llevarse a cabo manual o automáticamente.

3.3.3 D-Procedimientos de defecto.

El operador del proceso debe ser capaz, mediante una acción simple y rápida, de detener la evolución del mismo si se produce un funcionamiento anormal o peligroso en el proceso productivo. Además, el propio sistema debe ser capaz de emitir señales de alarma, que como en el caso del operador, deben identificar un incidente, detener el sistema de producción y poner en marcha unas medidas correctoras adecuadas.

A diferencia de lo que sucedía en los procedimientos de parada, la detención del sistema que aquí se produce es debida al defecto propio de la máquina.

3.3.3.1 D1- Parada de emergencia.

Modo de funcionamiento, que alcanza el sistema productivo automatizado, tras la activación de una señal de alarma. La máquina debe llevarse a una situación segura para el sistema y los operarios. Este estado puede incluir, si así lo permite la naturaleza del proceso y del defecto producido, además de la parada, ciclos de desbloqueo automático del sistema.

Una vez superada esta situación, se suele proseguir el proceso productivo por donde se detuvo, siguiendo por tanto una evolución $D1 \rightarrow D2 \rightarrow A5 \rightarrow A7 \rightarrow A4 \rightarrow F1$, con lo que será conveniente memorizar el estado anterior a la parada de emergencia.

3.3.3.2 D2- Diagnóstico y/o tratamiento de fallo.

Se trata de un modo de funcionamiento en el que la máquina puede ser examinada tras un defecto, lo cual permitirá de forma manual o automática diagnosticar las causas del defecto y con ello saber que tratamiento será el más adecuado para su resolución y posterior rearme bien en F1, producción normal o bien en D3, producción a pesar de fallo. En cualquier caso, el objetivo final será, a medio o largo plazo, la vuelta del sistema a F1.

3.3.3.3 D3- Producción a pesar de fallo.

Estamos ante un modo de funcionamiento particular, en el que tras haberse producido un defecto, la producción puede continuar pero no de un modo totalmente correcto. Algunos ejemplos de esta situación, pueden ser los casos que se indican a continuación:

- El producto resultante necesita un tratamiento posterior de poca importancia.
- El ritmo de producción se ve obligado a disminuir.

- Terminación de procesos en que intervienen materiales volátiles o no almacenables.

3.3.4 PZ-Control sin alimentar.

El control del sistema de producción automatizado, en sus diversos modos de funcionamiento aquí analizados, supondremos que lo realizará un autómata programable, aunque podría efectuarse a través de un ordenador u otros medios.

El paso del sistema de control a una situación sin energía puede producirse, en principio, desde cualquiera de los modos de funcionamiento, mediante el corte del suministro eléctrico, aunque lo más aconsejable es que si el corte se produce de forma voluntaria se realice en el modo de parada en estado inicial, A1, ya que de esta manera aseguramos que no se producirá ninguna evolución no deseada del sistema productivo.

Por otra parte si el corte se produce de forma accidental deberán analizarse previamente las posibles consecuencias del mismo según el modo de funcionamiento del sistema para prever un posterior tratamiento.

Para llevar a cabo a la reactivación del control del sistema, el autómata, realizará previamente una serie de comprobaciones que pretenden garantizar el óptimo funcionamiento del sistema, permitiendo su activación si son superadas con éxito o bloqueándolo en caso contrario. Quedando así el sistema de control con suministro energético pero en una situación no operativa. Estas condiciones se mantendrán hasta que o bien se resuelva el problema que la causo o bien se corte el suministro eléctrico.

3.4 Estructuras habituales de uso.

Una vez que se han definido todos los modos de funcionamientos posibles de un sistema de producción automatizado, que recoge la guía GEMMA, se procede a la presentación de algunas posibles estructuras de uso de la misma, por supuesto, siempre con el sistema de control en alimentación.

Con ellos se pretende no solo clarificar la utilización de la guía GEMMA, si no además, esclarecer con un ejemplo simple de su uso algunos modos de funcionamiento que pueden haber quedado algo imprecisos.

3.4.1 Ciclo automático ideal.

Este ejemplo coincide con un GRAFCET, ya mencionado, donde no sea necesario un tratamiento de defectos. Se trata del ciclo habitual de funcionamiento del sistema productivo automatizado.

El operario dará la orden de comienzo en una única ocasión tras lo cual el ciclo de producción se repetirá indefinidamente hasta que reciba la orden de parada.

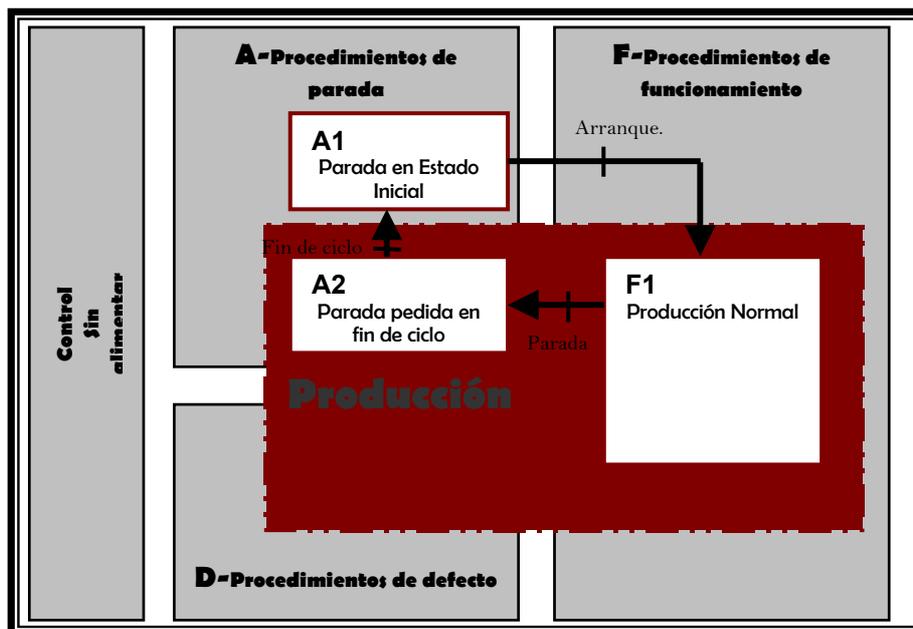


Figura 3.3: Ciclo Automático

3.4.2 Sistema con posibilidad de Control Manual.

Este control se suele usar para la verificación de funcionamiento de los distintos componentes instalados en el sistema. El control manual está directamente relacionado con el modo de funcionamiento F4, Marcha de verificación sin orden.

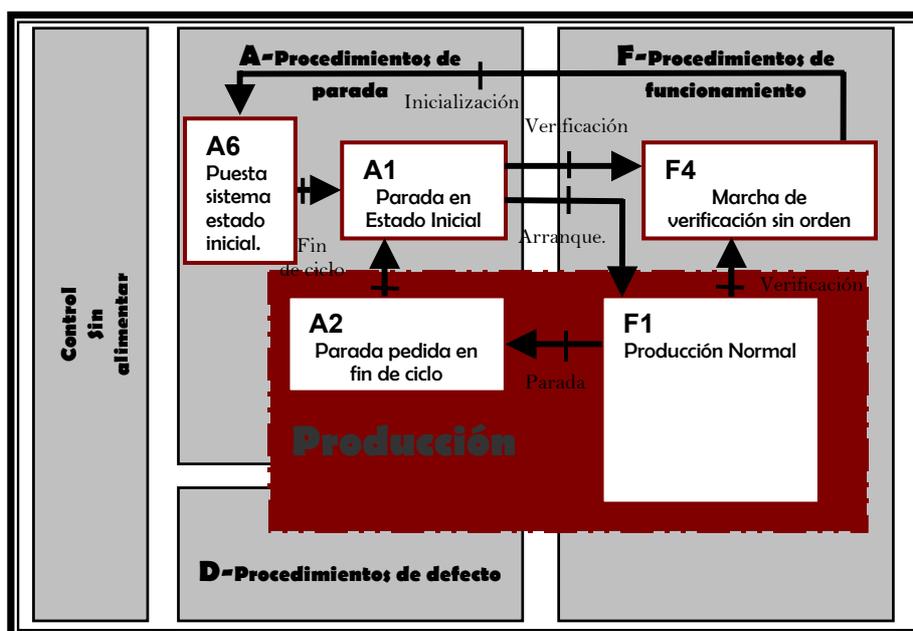


Figura 3.4: Sistema con control Manual

3.4.3 Parada de emergencia retomando el estado.

Esta es una de las posibles formas de realizar las paradas de emergencia, que será adecuada o no en función de la naturaleza del proceso. Lo que se pretende es que, una vez que se reciba la alarma, el sistema detenga la producción y una vez que se haya solucionado el problema que la causó retomar la producción, en el mismo punto donde se abandonó.

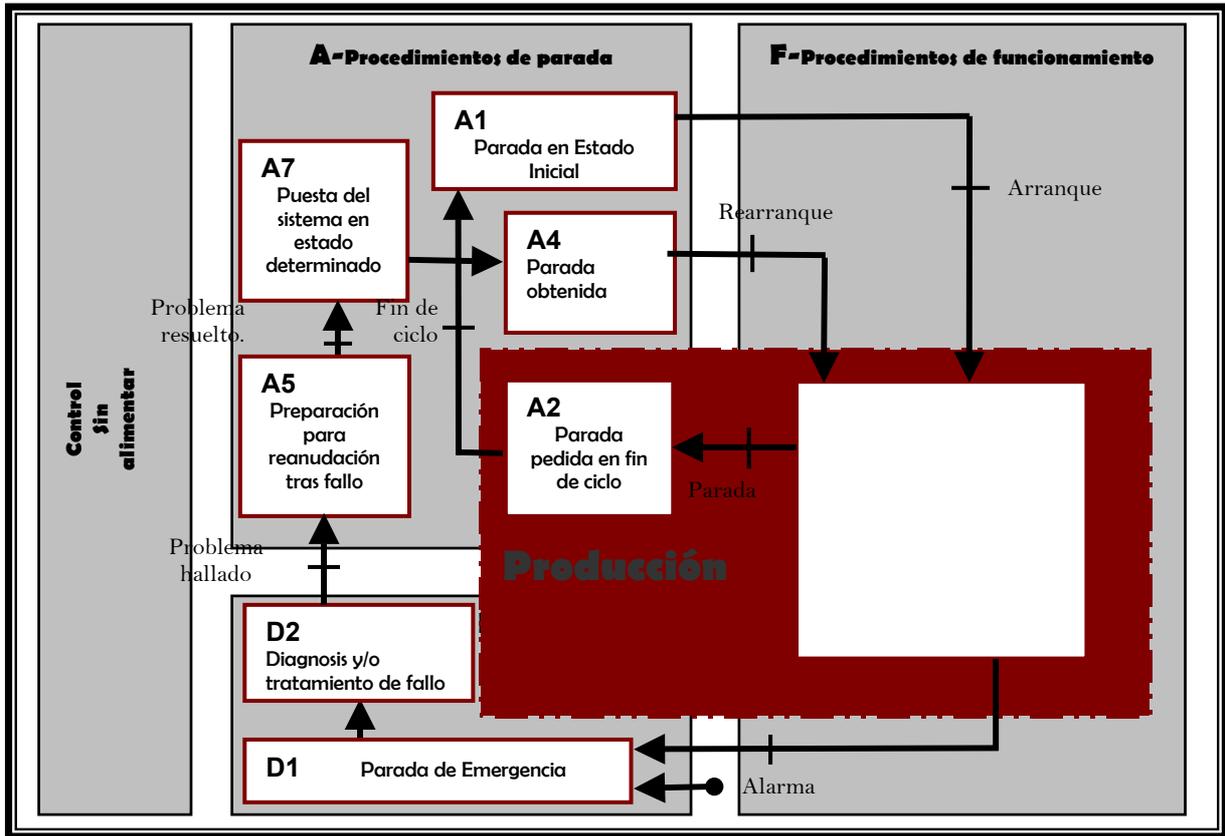


Figura 3.5: Sistema con tratamiento de Alarmas