

Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica

Sistema de control de fabricación de nano polvos mediante el proceso de sinterizado

Integrantes:

Estanislao López Morgan

Padrón: 84546

Mail: estanux@gmail.com

Facundo Nahuel Uriel Silva

Padrón: 86881

Mail: fanaur@gmail.com

Prefacio

Agradecimientos

Índice

1. Resumen	1
2. Introducción	2
2.1. Historia y antecedentes	2
2.2. Definiciones y glosario de términos	3
2.3. Justificación del proyecto	4
3. Objetivos. (Propuesta técnica)	5
3.1. Finalidad del proyecto (a quien ayuda, para que sirve)	5
3.2. Planteamiento del problema a resolver	6
4. Definición de Producto	7
4.1. Requerimientos	7
4.1.1. Preguntas	7
4.2. Construcción de la Casa de calidad (análisis de valor y competitividad)	10
4.3. Especificaciones funcionales y de diseño	11
4.3.1. Aspectos eléctricos	11
4.3.2. Almacenamientos de datos	11
4.3.3. Comunicación	11
4.3.4. Periféricos del dispositivo	11
4.3.5. Interfases del dispositivo	11
4.3.6. Seguridad	12
4.3.7. Aspectos mecánicos	12
4.3.8. Aspectos de operativos	12
4.3.9. Diagrama en bloques del sistema	13
4.3.10. Especificación del software	14
5. Análisis de Factibilidad	15
5.1. Factibilidad tecnológica	15
5.1.1. Propuesta de alternativas de diseño	16
5.1.2. Elección de una solución	17
5.1.3. DFMEA	18
5.2. Factibilidad de tiempos. Planificación (PERT y simulación de Montecarlo) y programación (Gant). Análisis de Riesgos	19
5.3. Factibilidad económica. (Mercado, costos, ciclo de vida, VAN, TIR)	19
5.3.1. Análisis de mercado	19
5.3.2. Análisis de la competencia	20
5.3.3. Planes de crecimiento	20
5.3.4. Objetivos de costo	20
5.4. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)	21
6. Ingeniería de detalle	22
6.1. Hardware	22
6.1.1. Detalles de selección y calculo de los elementos circuitales de cada bloque	22
6.1.2. Plan de pruebas de cada modulo	23
6.2. Software	24

6.2.1.	Diagrama de estados, procesos y flujogramas	25
6.2.2.	Análisis de complejidad (Mc.Cabe o Haslthead)	26
6.2.3.	Descripción de subrutinas	27
6.2.4.	Listados comentados del código	28
6.2.5.	Plan de prueba de módulos y de depuración de software	29
7.	Construcción del prototipo	30
7.1.	Definición de los módulos	30
7.2.	Diseño de los circuitos impresos	31
7.3.	Diseño mecánico	32
7.4.	Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje	33
8.	Validación del prototipo	34
8.1.	Validación de hardware	34
8.1.1.	Plan y protocolos especiales de medición	35
8.1.2.	Medidas	36
8.1.3.	Evaluación	37
8.1.4.	Resultados	38
8.2.	Validación de software	39
9.	Estudios de confiabilidad de hardware y de software	40
10.	Estudios de confiabilidad de hardware y software	40
11.	Conclusiones	41
11.1.	Excelencias. Objetivos alcanzados	41
11.2.	Fallos. Recomendaciones para futuros diseños	42
12.	Anexos: Técnicos. Justificativos. Descriptivos. Documentales	43
12.1.	Planos	43
12.2.	Esquemas	44
12.3.	Listado de partes	45
12.4.	Códigos de software	46
12.5.	Experiencias accesorias	47
12.6.	Hojas de datos de componentes	48
12.7.	Hojas de aplicación, etc.	49
12.8.	Manuales de operación, soporte e instalación	50

1. Resumen

Resumen

2. Introducción

2.1. Historia y antecedentes

Los materiales nanocompuestos formados en su totalidad por partículas cerámicas y metálicas en el rango de los centenares y decenas de nanómetros, son una clase de materiales que presentan propiedades físicas muy distintas a las de esos mismos con tamaños de cristal micrométricos (materiales convencionales). Tales propiedades, al ampliar su rango de funcionalidad resultan muy interesantes desde el punto de vista tecnológico ya que permiten combinar propiedades excepcionales con funcionalidad imprescindibles en aplicaciones específicas, como la transparencia, la biocompatibilidad, la dureza o conductividad eléctrica, entre otras.

Sin embargo, la aplicación industrial de los materiales nanocompuestos radica en la capacidad de consolidación de estos materiales formando cuerpos densos y compuestos, pero preservando el tamaño nanométrico de sus componentes. Las técnicas de consolidación convencionales presentan importantes limitaciones y no son capaces de preservar esta nanoestructura. La solución de estos problemas y el desarrollo de nuevas tecnologías ha posibilitado la producción de materiales nanoestructurales.

2.2. Definiciones y glosario de términos

2.3. Justificación del proyecto

3. Objetivos. (Propuesta técnica)

3.1. Finalidad del proyecto (a quien ayuda, para que sirve)

En el laboratorio de sólidos amorfos de la facultad de ingeniería de la universidad de Buenos Aires funciona el INTECIN y en el mismo el grupo de materiales nanoestructurales, este grupo prepara y estudia sistemas basados en nanopartículas magnéticas apuntando a las posibles aplicaciones tecnológicas en sensores, remediación ambiental y aplicaciones clínicas. Sus integrantes tienen experiencia en caracterización estructural por difracción, dispersión y absorción de rayos X, espectroscopia Mössbauer, propiedades magnéticas y de magnetotransporte y microscopía electrónica.

Para lograr esto se realiza el sintetizado de nano estructuras, obteniendo una cinta metálica con una estructura amorfa (sin estructura cristalina) similar a un vidrio. Mediante un proceso de pulverizado de esta cinta se obtiene un polvo cuyas partículas poseen una estructura nanométrica. Para poder obtener una estructura sólida a partir del polvo se utiliza el proceso de sinterizado. Este proceso logra unificar las partículas del polvo en una sola estructura sólida. Para este fin se necesita que una intensidad de corriente elevada, en el orden de los KA, atraviese la muestra de polvo nonometrico. Esta corriente puede ser provista por un banco de capacitores (proceso rápido) o una fuente de RF (proceso lento).

La finalidad de nuestro proyecto es desarrollar una automatización y relevamiento del proceso de sinterizado a partir de la descarga de un banco de capacitores, realizar recopilación de datos del proceso con la posibilidad de variar alguna variables involucradas en el sinterizado para evaluar el desempeño del mismo y sus resultados.

3.2. Planteamiento del problema a resolver

Para el estudio y desarrollo de cualquier tecnología es indispensable la experimentación, ya que es el medio a través del cual se puede comprender y validar los desarrollos teóricos del proceso estudiado. La flexibilidad a la hora de la experimentación es factor deseado, entendiendo por flexibilidad la posibilidad de poder modificar parámetros del experimento de forma rápida y sencilla, ya que facilita y ahorra tiempos a la hora del desarrollo del conocimiento. La fácil obtención y disponibilidad de los resultados de la experimentación es otro deseado en la experimentación.

Para poder estudiar y obtener materiales nanométricos a través del proceso de sinterizado es necesario contar con una plataforma que controle y monitoree el proceso de sinterizado de forma flexible y paramétrica. La plataforma le debe brindar al investigador la posibilidad de modificar las variables del proceso y obtener los resultados de la experimentación. El proceso de sinterizado requiere la manipulación de una potencia eléctrica considerable, es por ello que la plataforma debe brindar un manejo seguro de esta potencia, contando con todas las medidas de seguridad requeridas para asegurar una segura operación.

4. Definición de Producto

4.1. Requerimientos

4.1.1. Preguntas

1. Proceso de sinterizado

a) **¿Que magnitudes físicas se deben medir?**

Las magnitudes que el sistema de debe medir son: corriente que circula en el momento de la descarga y tensión sobre la muestra. Se evaluará la posibilidad de medir temperatura sobre la muestra de existir un sensor de temperatura con una respuesta temporal adecuada.

b) **¿Cual es el mínima corriente requerida para el proceso?**

La importancia radica en la corriente de pico al momento de la descarga.

c) **¿Cual es el máxima corriente de pico esperada?**

La magnitud del pico de corriente eléctrica en la descarga estará comprendido entre 1KA y 10KA.

d) **¿Cual es el orden de magnitud de la impedancia eléctrica de la muestra de polvos?**

La muestra estará constituida por un material metálico por lo que su impedancia estará en el orden los los $m\Omega$.

e) **¿Se experimentará con distintos tipos de polvos?**

No, solo se utilizaran polvos de materiales metálicos.

f) **¿Qué materiales en particular se van utilizar como muestra a sinterizar?**

Se utilizaran materiales basados en hierro (Fe).

g) **¿Se proyecta que a futuro se utilice otros materiales?¿Cómo afectaría esto al proceso?**

No, este tipo de tecnología solo se puede aplicar a materiales de tipo metálico.

h) **¿Existe algún proceso por el cual se puede determinar que la muestra está sinterizada correctamente?¿Se desea implementar?**

El resultado del proceso se validará con una batería de pruebas y estudios externos al proceso que se le realizaran a la muestra.

i) **¿Existirá un único banco de capacitores (descargar múltiples secuenciales)?**

El sistema debe poder ser escalable. Se debe especificar que cambios se deben hacer en caso de decir escalar la capacidad de corriente del sistema en los cables de conexión , sensores y en los contactores del dispositivo.

j) **¿Con qué periodicidad se estima realizar el proceso (horas, días, semanas)?**

Se estima unos 60 usos por mes.

k) **¿En cuanto a la compresión mecánica, qué prensa se utilizará?**

Se utilizara un prensado manual o automático, pero en ambos casos el proceso de prensado será externo al dispositivo.

- l) **¿El valor de presión que se establece antes de empezar la descarga, debe reajustarse durante el proceso? ¿Cual tiene que ser este valor constante?**

No, la muestra del polvo a sinterizar se compactar antes de la descarga.

2. Interfaz de usuario

- a) **¿Cómo se desea visualizar los datos obtenidos del proceso?**

Se desea tener una aplicación de PC dedicada al monitoreo, control y administración del sistema. La aplicación debe poder funcionar en las plataformas Windows y Linux.

- b) **¿Es necesario un que el sistema tenga un display ? ¿ Y teclado?**

Si para la administración básica del dispositivo. La administración y gestion compleja del dispositivo se hará a traves de la PC.

- c) **¿Se necesita accionar en forma manual algún parámetro del proceso, Cuál?**

No, la totalidad del proceso de sinterizado y el monitoreo de las magnitudes deber ser automático.

- d) **¿En necesario visualizar los datos en forma remota (vía Web)?**

No es necesario ya que no seria de utilidad.

- e) **¿Se cuenta con bocas de red cerca de la zona de emplazamiento del dispositivo? ¿Se planea hacerlo?**

No.

- f) **Los datos de la experimentación, ¿Deben quedar guardados en el dispositivo o un servidor local?**

Si, los datos se almacenaran en el dispositivo hasta su descarga mediante el programa de PC.

- g) **¿Es necesario tener la posibilidad de guardar los datos en un pendrive?**

Si es de utilidad.

- h) **¿Se desea genera alguna extensión de archivo en particular?**

Es deseable el formato CSV.

- i) **¿Cómo desea configurar el sistema de control?**

- j) **¿Que parámetros del proceso se deben visualizar y cuales almacenar (magnitudes física)?**

Se mostraran el estado de los parámetros en el display pero los datos relevados de la experimentación se obtendrán mediante el programa de PC.

- k) **¿Qué parámetros de control tiene el proceso (condiciones que se deben cumplir para iniciar el proceso. Ejemplo: nivel de carga)?**

- l) **¿Qué parámetros de control deberían ser establecidos de forma remota y cuales de forma local?**

La configuración del sistema será mediante el programa de PC.

m) ¿Se necesita accionar en forma manual algún parámetro del proceso? ¿Cuál?

No.

3. Seguridad

a) ¿Es necesario algún parámetro de seguridad en especial? ¿Qué es lo más crítico del proceso?

Debe cumplir la normativa de seguridad impuesta en el laboratorio.

b) ¿El operario estará en el mismo ambiente de la experimentación?

Si.

c) ¿Debe haber elementos contra incendios?

No son necesarios.

d) ¿Es necesario un nivel de autorización para operar el dispositivo (login)?

Si.

4.2. Construcción de la Casa de calidad (análisis de valor y competitividad)

4.3. Especificaciones funcionales y de diseño

4.3.1. Aspectos eléctricos

- Tensión alimentación: 220VAC/50Hz.
- Consumo máximo: 1A.*¹
- Pico de corriente de sinterizado máximo: 1KA. *²
- Impedancia máxima de la muestra: 1 Ω .

*¹: El consumo máximo estará fijado por la fuente que se utilice y esta por el transformador.

*²: La corriente máxima de pico de sinterizado puede ser incrementada hasta 10 kA si se amplía el banco de capacitores, se reemplaza los contactores y el cableado correspondiente.

4.3.2. Almacenamientos de datos

- Memoria flash en soporte SD Card.
- Memoria flash en soporte pendrive USB 2.0.

4.3.3. Comunicación

- Comunicación USB 2.0 con la PC. *³

*³: Se utiliza un bridge RS232-USB interno.

4.3.4. Periféricos del dispositivo

- Display gráfico de 128x64 pixels.
- Teclado de 4 teclas.
- Sensor de corriente.
- Sensores de tensión $\times 3$.
- Sensor de temperatura.

4.3.5. Interfases del dispositivo

- Entrada de 0-5V $\times 3$. *⁴*⁵
- Entrada de 5-20mA $\times 1$. *⁴
- Puertos UART $\times 3$. *⁶
- Bus I²C. *⁶

*⁴: Interfases configurables desde el programa de PC.

*⁵: Interfases usadas para los sensores de tensión y corriente

*⁶: Interfases reservadas para usos futuros.

4.3.6. Seguridad

- Descarga segura del banco de capacitores.
- Sirena sonora.
- Luces de señalización $\times 3$.
- Banco de capacitores ubicados dentro del gabinete del dispositivo .
- Revestimiento eléctricamente aislante del gabinete del dispositivo.
- Protección contra corto circuito.
- Botón de parada de emergencia.

4.3.7. Aspectos mecánicos

- No se brinda la función de prensado de la muestra. *⁷
- Gabinete con 4 ruedas.
- No se brinda el recipiente contenedor de la muestra de polvo.

*⁷: La muestra debe estar prensada previamente al momento de realizar el proceso sinterizado.

4.3.8. Aspectos de operativos

- Uso máximo mensual: 60 veces. *⁸

*⁸: Se estima un promedio de 2 usos diarios.

4.3.9. Diagrama en bloques del sistema

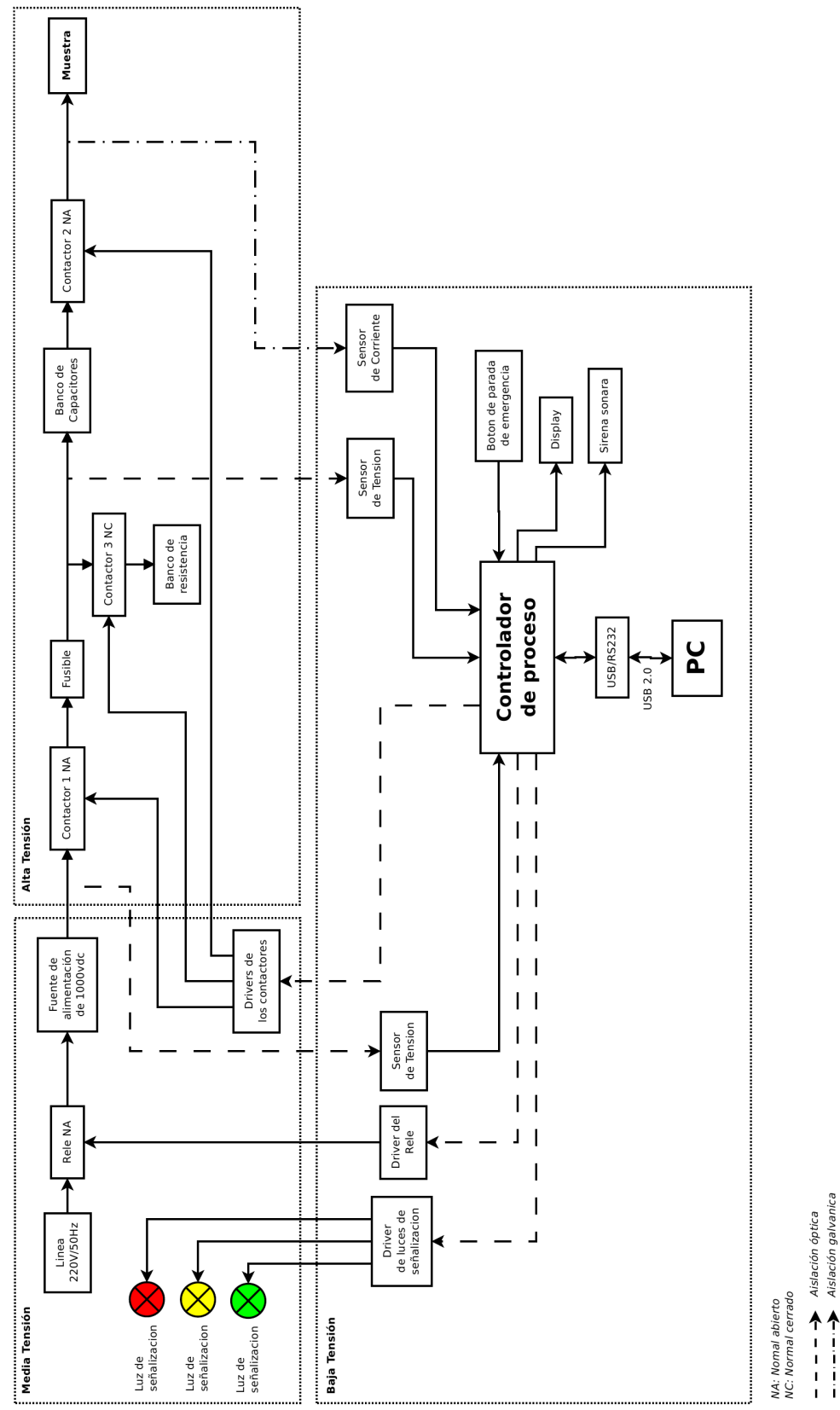


Figura 1: Interconexión entre los bloques del sistema

4.3.10. Especificación del software

El control, administración, monitoreo y recolección de datos del dispositivo de control del proceso de sinterizado se harán a través de un programa de PC con las siguiente características:

- Plataforma Windows XP/7 y GNU Linux.
- Formato de datos exportados CSV.
- Control de acceso.
- Base de datos.

Pantallas El programa contara con las siguientes pantallas: (FALTA AGREGAR LAS CAPTURAS DE LAS PANTALLAS)

- Login.
- ABM usuarios.
- Monitoreo dispositivo.
- Parametrización del experimento.
- Control experimentación.
- Descarga de datos del experimento.
- Exportación de resultados de experimentación.
- Ploteo de resultados del experimento.

5. Análisis de Factibilidad

5.1. Factibilidad tecnológica

5.1.1. Propuesta de alternativas de diseño

5.1.2. Elección de una solución

5.1.3. DFMEA

- 5.2. Factibilidad de tiempos. Planificación (PERT y simulación de Montecarlo) y programación (Gant). Análisis de Riesgos**
- 5.3. Factibilidad económica. (Mercado, costos, ciclo de vida, VAN, TIR)**
- 5.3.1. Análisis de mercado**

Los nanomateriales poseen una gran potencialidad a nivel tecnológico, ya que posibilitan la optimización y mejora de actuales de materiales actuales. Particularmente utilizando el proceso de sinterizado de materiales magneticos se obtiene materiales con características magneticas conciderablemente mejores que los materiales actualmente usados en la industria. Los materiales magneticos son de vital importancia el campo de la generación de energía eléctrica, almacenamiento electrónico de datos, desarrollo de sensores electrónico, etc.

5.3.2. Análisis de la competencia



En el mercado encontramos soluciones de gran emplazamiento y envergadura, como lo son los propuestos por Thermal Technology LLC basado en la tecnología de Spark Plasma Sintering (SPS) un revolucionario en polvo de alta velocidad de proceso de consolidación. SPS utiliza alto pulsos de alta corriente continua para activar la consolidación y la reacción de sinterización de los materiales. Un sistema de SPS trabaja con materiales conductores, no conductores y compuesto a cualquier nivel de densidad. La ventaja de SPS es ahorro de tiempo y energía y la capacidad de retener nanoestructuras.

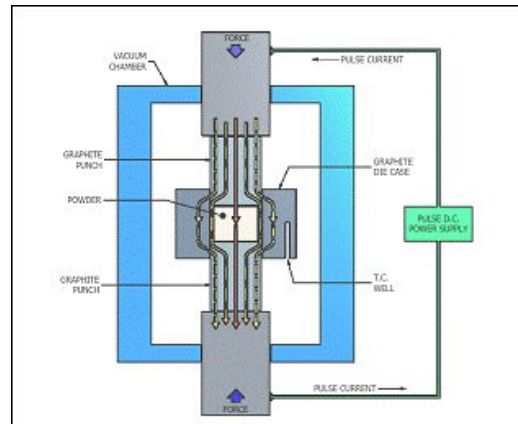


Figura 2: SPS

5.3.3. Planes de crecimiento

El proyecto en un principio propone realizar la automatización del proceso de sinterizado estableciendo las normas de seguridad que corresponden. En un segundo paso, realizar las mediciones sobre las magnitudes involucradas en el proceso. Tensión, corriente tiempo de descarga, etc, y su posterior almacenamiento. Finalmente todo lo anterior se lo integraría de forma que pueda sincronizar contra un servidor en red.

5.3.4. Objetivos de costo

El objetivo propuesto trata de desarrollar instrumental de bajo o mediano costo en comparación a las opciones propuestas por la competencia. Desde ese punto de vista, el proceso de sinterizado a través de descarga de los capacitores propuesto es mas eficiente

5.4. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)

6. Ingeniería de detalle

6.1. Hardware

6.1.1. Detalles de selección y calculo de los elementos circuitales de cada bloque

6.1.2. Plan de pruebas de cada modulo

6.2. Software

6.2.1. Diagrama de estados, procesos y flujogramas

6.2.2. Análisis de complejidad (Mc.Cabe o Haslthead)

6.2.3. Descripción de subrutinas

6.2.4. Listados comentados del código

6.2.5. Plan de prueba de módulos y de depuración de software

7. Construcción del prototipo

7.1. Definición de los módulos

7.2. Diseño de los circuitos impresos

7.3. Diseño mecánico

7.4. Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje

8. Validación del prototipo

8.1. Validación de hardware

8.1.1. Plan y protocolos especiales de medición

8.1.2. Medidas

8.1.3. Evaluación

8.1.4. Resultados

8.2. Validación de software

9. Estudios de confiabilidad de hardware y de software
10. Estudios de confiabilidad de hardware y software

11. Conclusiones

11.1. Excelencias. Objetivos alcanzados

11.2. Fallos. Recomendaciones para futuros diseños

12. Anexos: Técnicos. Justificativos. Descriptivos. Documentales

12.1. Planos

12.2. Esquemas

12.3. Listado de partes

12.4. Códigos de software

12.5. Experiencias accesorias

12.6. Hojas de datos de componentes

12.7. Hojas de aplicación, etc.

12.8. Manuales de operación, soporte e instalación

Referencias

[1]