

Proyecto final de Ingeniería Electrónica

Sistema de conversión eléctrica de 24VDC a 12VDC para uso automotriz

**Autores:** Smith, John (456789)

Pérez, Juan (654321)

**Tutores:** Nemirovsky, Nicolás

Orchessi, Walter

Pingitore, Ricardo

Ugarte, Alejandro

**Fecha:** 15/12/2016

Versión 1.0

# Agradecimientos

OPCIONAL

Aquí deberá figurar cualquier agradecimiento que el/los autores consideren adecuado. Esto puede ser a colegas, amistades, familiares, parejas, docentes y personal del ITBA, profesionales externos, instituciones, sponsors o cualquier allegado que ustedes consideren que han colaborado de una manera u otra a alcanzar el éxito de su trabajo. Si bien los agradecimientos son opcionales, considerando las dimensiones del trabajo, es usual que estén presentes.

A nuestras familias, que nos enseñaron el valor del esfuerzo y la educación, y nos apoyaron en todo nuestro crecimiento.

A nuestros amigos, compañeros de vida.

Al Departamento de Electrónica, que fue nuestro segundo hogar durante todos los años de nuestra formación.

A Jorge, Gabriel y Nelson, por estar siempre con una sonrisa.

# Índice

## Contenidos

[2. Agradecimientos 2](#_Toc472518423)

[3. Índice 3](#_Toc472518424)

[3.1. Contenidos 3](#_Toc472518425)

[3.2. Lista de Figuras 5](#_Toc472518426)

[3.3. Lista de Tablas 5](#_Toc472518427)

[4. Acrónimos y Definiciones 6](#_Toc472518428)

[5. Resumen 8](#_Toc472518429)

[6. Introducción 9](#_Toc472518430)

[6.1. Antecedentes. 9](#_Toc472518431)

[6.2. Contexto del proyecto 9](#_Toc472518432)

[7. Objetivos 10](#_Toc472518433)

[7.1. Finalidad del Proyecto 10](#_Toc472518434)

[7.2. Planteamiento del Problema a Resolver 10](#_Toc472518435)

[7.3. Alcance 10](#_Toc472518436)

[8. Definición de Producto 11](#_Toc472518437)

[8.1. Requerimientos de Cliente 11](#_Toc472518438)

[8.1.1. Relevamiento de Datos 11](#_Toc472518439)

[8.1.2. Casa de Calidad 11](#_Toc472518440)

[8.2. Diagrama Funcional de Interfaces 11](#_Toc472518441)

[8.3. Especificaciones de Diseño. 11](#_Toc472518442)

[8.3.1. Especificaciones Funcionales 11](#_Toc472518443)

[8.3.2. Especificaciones de Interfaz 12](#_Toc472518444)

[8.3.3. Especificaciones de Performance 13](#_Toc472518445)

[8.3.4. Especificaciones de Implementación 13](#_Toc472518446)

[8.3.5. Especificaciones de Servicio (*RAMS*) 15](#_Toc472518447)

[9. Plan de Validación 19](#_Toc472518448)

[9.1. Diseño de Bancos de Pruebas 19](#_Toc472518449)

[9.2. Especificaciones de Tests 19](#_Toc472518450)

[9.3. Plan de Test 19](#_Toc472518451)

[10. Análisis de Factibilidad 20](#_Toc472518452)

[10.1. Factibilidad tecnológica 20](#_Toc472518453)

[10.1.1. Propuesta de alternativas de diseño. 20](#_Toc472518454)

[10.1.2. Elección de una solución 20](#_Toc472518455)

[10.1.3. DFMEA 20](#_Toc472518456)

[10.2. Factibilidad de tiempos. 20](#_Toc472518457)

[10.2.1. Planificación (PERT y simulación de Montecarlo) 20](#_Toc472518458)

[10.2.2. Programación (Gantt) 20](#_Toc472518459)

[10.3. Factibilidad económica. (Mercado, costos, ciclo de vida, VAN, TIR ) 20](#_Toc472518460)

[10.4. Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias) 20](#_Toc472518461)

[11. Ingeniería de detalle 21](#_Toc472518462)

[11.1. Hardware 21](#_Toc472518463)

[11.1.1. Diagrama de bloques (hardware). 21](#_Toc472518464)

[11.1.2. Descripción detallada de cada bloque 21](#_Toc472518465)

[11.1.3. Detalles de selección y cálculo de los elementos circuitales de cada bloque 21](#_Toc472518466)

[11.1.4. Plan de pruebas de cada modulo 21](#_Toc472518467)

[11.2. Software 21](#_Toc472518468)

[11.2.1. Diagrama de estados y flujogramas 21](#_Toc472518469)

[11.2.2. Análisis de complejidad 21](#_Toc472518470)

[11.2.3. Descripción de subrutinas 21](#_Toc472518471)

[11.2.4. Listados comentados del código 21](#_Toc472518472)

[11.2.5. Plan de prueba de módulos y de depuración de Software 21](#_Toc472518473)

[12. Construcción del prototipo 22](#_Toc472518474)

[12.1. Definición de los módulos 22](#_Toc472518475)

[12.2. Diseño de los circuitos impresos 22](#_Toc472518476)

[12.3. Diseño mecánico 22](#_Toc472518477)

[12.4. Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje 22](#_Toc472518478)

[13. Validación del prototipo 23](#_Toc472518479)

[13.1. Validación de hardware 23](#_Toc472518480)

[13.1.1. Plan y protocolos especiales de medición 23](#_Toc472518481)

[13.1.2. Medidas 23](#_Toc472518482)

[13.1.3. Evaluación 23](#_Toc472518483)

[13.1.4. Resultados 23](#_Toc472518484)

[13.2. Validación de software 23](#_Toc472518485)

[14. Estudios de confiabilidad de hardware y de software 24](#_Toc472518486)

[15. Conclusiones 25](#_Toc472518487)

[15.1. Excelencias. Objetivos alcanzados. 25](#_Toc472518488)

[15.2. Fallos. Recomendaciones para futuros diseños 25](#_Toc472518489)

[16. Bibliografía 26](#_Toc472518490)

[16.1. LIBROS. (Autor. Título. Editorial. Fecha) 26](#_Toc472518491)

[16.2. REVISTAS. (Autor. Título. Nombre de la revista. Fecha-Volumen. Páginas) 26](#_Toc472518492)

[16.3. Notas de aplicación (incluir copia de las importantes) 26](#_Toc472518493)

[17. Anexos Técnicos 27](#_Toc472518494)

[17.1. Esquemáticos 27](#_Toc472518495)

[17.2. Planos de PCB 27](#_Toc472518496)

[17.3. Listado de Partes y Componentes (*BOM*) 27](#_Toc472518497)

[17.4. Códigos de Software 27](#_Toc472518498)

[17.5. Hojas de Datos de Componentes 27](#_Toc472518499)

[17.6. Hojas de Aplicación, etc. 27](#_Toc472518500)

[17.7. Otra Documentación Técnica 27](#_Toc472518501)

El índice debe contener 1 a 3 páginas, 30 a 90 entradas con número de página. No más de tres niveles de encabezados. El esquema de informe aquí presente es una sugerencia ***fuerte***. Es decir que, si los autores desean no respetarlo, esto puede ser aceptable siempre y cuando la información requerida esté, con un orden e hilo conductor igual o mejor que el aquí propuesto. En caso de respetar la sugerencia de la cátedra, considerar que: los números de sección pueden no ser respetados, pero sí debe serlo el orden de los ítems indicado. Dada la diversidad de los trabajos que están enmarcados en estas indicaciones, es normal que se deban agregar secciones o modificar ligeramente los contenidos de las aquí presentadas, aun intentando respetar esta plantilla.

## Lista de Figuras

[Figura 8.1: Diagrama Funcional de Interfaces 11](#_Toc473898958)

[Figura 9.1: Diagrama de dependencias de Validación 20](#_Toc473898959)

[Figura 10.1: Diagrama Modular 21](#_Toc473898960)

[Figura 10.2: DFMEA de diseño modular 22](#_Toc473898961)

## Lista de Tablas

[Tabla 4.1: Acrónimos 6](#_Toc473898962)

[Tabla 4.2: Definiciones 7](#_Toc473898963)

[Tabla 8.1: Requerimientos 11](#_Toc473898964)

[Tabla 8.2: Leyenda de uso en especificaciones 12](#_Toc473898965)

[Tabla 8.3: Especificaciones Funcionales 12](#_Toc473898966)

[Tabla 8.4: Especificaciones de Interfaz VIN 12](#_Toc473898967)

[Tabla 8.5: Especificaciones de Interfaz VOU 13](#_Toc473898968)

[Tabla 8.6: Especificaciones de Interfaz MEC 13](#_Toc473898969)

[Tabla 8.7: Especificaciones de Performance 13](#_Toc473898970)

[Tabla 8.8: Especificaciones de Operación 14](#_Toc473898971)

[Tabla 8.9: Especificaciones de Almacenamiento y Transporte. 14](#_Toc473898972)

[Tabla 8.10: Especificaciones de Compatibilidad Electromagnética 15](#_Toc473898973)

[Tabla 8.11: Especificaciones Dimensionales y de Peso 15](#_Toc473898974)

[Tabla 8.12: Especificaciones de costos 15](#_Toc473898975)

[Tabla 8.13: Especificaciones de Confiabilidad 16](#_Toc473898976)

[Tabla 8.14: Especificaciones de Disponibilidad 16](#_Toc473898977)

[Tabla 8.15: Especificaciones de Mantenibilidad 17](#_Toc473898978)

[Tabla 8.16: Especificaciones de Seguridad 18](#_Toc473898979)

[Tabla 9.1: Tests de Performance 19](#_Toc473898980)

[Tabla 9.2: Matriz de Trazabilidad para Validación 20](#_Toc473898981)

# Acrónimos y Definiciones

Aquí se deberán listar todas aquellas abreviaturas utilizadas a lo largo del informe. Ninguna abreviatura puede “darse por conocida”: todas aquellas que se deseen utilizar, deberán estar aquí listadas. A continuación de la abreviatura, deberá figurar el significado en el idioma castellano, y si esta abreviatura proviene de otro idioma, deberá figurar también entre paréntesis y en itálica la expresión en idioma original de la que proviene la abreviatura. No es necesario definir todas las abreviaturas.

Deberá haber también un listado de expresiones que requieran una definición. Las definiciones se deberán aplicar a cualquier término que no sea natural en el léxico de una audiencia con conocimientos técnicos no específicos. Ante la duda, es preferible que un término esté definido cuando no es necesario, que, existiendo dicha necesidad, la definición no esté. Todas las definiciones que sean extraídas de bibliografía externa deberán ser adecuadamente referenciadas.

|  |  |
| --- | --- |
| Acrónimo | Descripción |
| AC | Corriente Alterna (*Alternate Current*) |
| DC | Corriente Continua (*Direct Current*) |
| DSP | Procesador de Señales Digitales (*Digital Signal Processor*) |
| EMC | Compatibilidad Electromagnética (*ElectroMagnetic Compatibility*) |
| FPGA | Field Programable Gate Array |
| HW | *Hardware* |
| PCB | Circuito Impreso (*Printed Circuit Board*) |
| PLC | Controlador Lógico Programable (*Programmable Logic Controller*) |
| SW | *Software* |
| TBD | *To Be Determined* |
| µC | Microcontrolador (ver definiciones) |
| µP | Microprocesador (ver definiciones) |
| VAC | Volts de corriente alterna (AC) |
| VDC | Volts de corriente continua (DC) |

Tabla 4.1: Acrónimos

|  |  |
| --- | --- |
| Acrónimo | Descripción |
| DSP | Un DSP es un sistema basado en un procesador o [microprocesador](https://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesador) que posee un juego de instrucciones, un [hardware](https://es.wikipedia.org/wiki/Hardware) y un [software](https://es.wikipedia.org/wiki/Software) optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesado y representación de [señales analógicas](https://es.wikipedia.org/wiki/Se%C3%B1al_anal%C3%B3gica) en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras, normalmente provenientes de un [conversor analógico/digital](https://es.wikipedia.org/wiki/Conversi%C3%B3n_an%C3%A1loga-digital) (ADC). Se puede trabajar con señales analógicas, pero es un sistema [digital](https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_digital), por lo tanto, necesitará un conversor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una [memoria](https://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_de_ordenador) donde almacenar los datos con los que trabajará y el [programa](https://es.wikipedia.org/wiki/Programa_(computaci%C3%B3n)) que ejecuta. |
| Microcontrolador | Un microcontrolador difiere de un microprocesador, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de [circuitos integrados externos de apoyo](https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_auxiliar). La idea es que el circuito integrado se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite. Un microprocesador tradicional no permitiría hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada y salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información. |
| Microprocesador | Es el circuito integrado central más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de una computadora.  Se encarga de ejecutar los programas, desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario; sólo ejecuta instrucciones programadas el lenguaje de bajo nivel, realizando operaciones aritméticas y lógicas simples, tales como sumar, restar, multiplicar, dividir, las lógicas binarias y accesos a memoria.  Puede contener una o más unidades centrales de procesamiento (CPU) constituidas, esencialmente, por registros, una unidad de control, una unidad aritmético lógica (*ALU*) y una unidad de punto flotante (llamada antiguamente «coprocesador matemático»). |
| FPGA | Una FPGA es un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada ‘[in situ](https://es.wikipedia.org/wiki/In_situ)’ mediante un lenguaje de descripción especializado. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas como las llevadas a cabo por una [puerta lógica](https://es.wikipedia.org/wiki/Puerta_l%C3%B3gica) o un [sistema combinacional](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_combinacional) hasta complejos [sistemas en un chip](https://es.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip). |
| PLC | Un controlador lógico programable, o por autómata programable, es una [computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Computadora) utilizada en la [ingeniería automática](https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_autom%C3%A1tica) o [automatización industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial), para automatizar procesos [electromecánicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Electromec%C3%A1nica), tales como el control de la maquinaria de la fábrica en [líneas de montaje](https://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n_en_cadena) o atracciones mecánicas.  Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de [tiempo real](https://es.wikipedia.org/wiki/Tiempo_real) «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado. |

Tabla 4.2: Definiciones

# Resumen

El resumen deberá contener una descripción corta de *todo* lo contenido en el informe, sin entrar en detalles. Esto implica que aquí debería figurar la necesidad, el producto que se desarrolla y los resultados obtenidos en términos económicos, tecnológicos y académicos.

Este informe de proyecto final de la carrera de Ingeniería Electrónica planteará las problemáticas existentes en el mercado actual y su potencial solución con el producto aquí presentado: un conversor de energía eléctrica, de 24VDC a 12VDC.

Se analizan los requerimientos y especificaciones del producto tomando en consideración a los clientes: los fabricantes de camiones y de productos eléctricos de uso automotriz (como radios, cargadores, etc).

Se estudian aquí las posibilidades de realizarlo con distintas tecnologías de fuente, analizándose en cada caso con amplio detalle las consecuencias para las regulaciones vinculadas a seguridad y emisiones eléctricas, eligiéndose la tecnología *switching* como principal característica del diseño.

Luego de la construcción del prototipo, se obtienen validaciones positivas en todos los aspectos excepto en el de compatibilidad electromagnética, en donde no hay ningún test que valide las especificaciones debido al costo que esto representaría, y considerándose inapropiado para un prototipo.

Se analiza la confiabilidad del producto final, llegándose a concluir que podrá tener una vida útil de 5 años, con un tiempo medio entre fallas de 20 años.

El costo final del prototipo resulta ser de $750, considerándose que para ventas mayores a 1000 unidades por año el costo final se reduciría a $600. El análisis económico indica una TIR del 35%, considerándose el proyecto viable de acuerdo a estimaciones de estabilidad socioeconómica del país de los autores.

Finalmente, se concluye que el proceso de diseño, realizado en el término de un año y medio fue exitoso, con aprendizajes en lo tecnológico, lo académico y lo personal

# Introducción

## Antecedentes.

Aquí se debe explicar ***brevemente*** cómo surgen las problemáticas que se solucionan con este proyecto, cuál es la historia que precede a la necesidad o que la genera y (dado el caso) qué soluciones se elaboraron en el pasado para lidiar con la problemática.

## Contexto del proyecto

Aquí se debe explicar cuáles son las condiciones sociales, políticas, y económicas que afectan a la problemática o a la posibilidad de plantear o desarrollar una solución. Asimismo, deberá describirse el contexto del proyecto: sponsors, proyectos realizados en paralelo vinculados al de este informe, dependencias de otros desarrollos, financiamiento, etc. Nótese que este contexto se refiere al *proyecto*, no al *producto*.

# Objetivos

## Finalidad del Proyecto

En esta sección se debe describir cómo el desarrollo, una vez finalizado, va a contribuir en la sociedad. Esta no es una descripción del desarrollo, ni de sus aspectos o funcionalidades finales, sino del ***efecto*** que va a tener en la sociedad. En otras palabras, aquí se debe decir a quién ayuda realizar este proyecto; para qué va a servir el desarrollo. Es decir, no es la finalidad del producto, sino del proyecto. Desde este punto de vista, es una descripción generalmente no técnica.

Este proyecto resultará en la posibilidad de proveer a la industria automotriz de un adaptador de tensión que permita a los vehículos que utilizan normalmente una o más baterías con una tensión final de 24VDC, utilizar artefactos que requieran una alimentación de 12VDC. Este producto podrá ser comercializado en todo el territorio argentino, y estará a un precio accesible para la industria.

## Planteamiento del Problema a Resolver

En esta sección se deben listar los objetivos concretos, específicos del desarrollo. El contenido de esta sección debe ser principalmente técnico, mostrando los aspectos claves que se deben resolver para llegar a una solución. Nótese que, si bien los objetivos deben ser planteados en forma concreta, estos no tienen el nivel de detalle que tienen las especificaciones. Estos objetivos deberán cumplir el criterio “SMART” (*Specific, Measureable, Achievable, Relevant, Time-bound*). Es decir, deberán ser específicos, deberá ser posible medirlos, deberá ser factible su realización, así como también relevante y definido en el tiempo.

Si bien la conversión de 24VDC a 12VDC es algo que no implica un desafío tecnológico en sí mismo, esto sí se convierte en un desafío cuando el objetivo es que se integre en un vehículo, ya que las condiciones de uso de este conversor pueden considerarse extremas para muchas de las tecnologías más comunes. Es por esto que este trabajo tendrá como focos los siguientes tres aspectos fundamentales: requerimientos, diseño para condiciones extremas, e integración y validación de producto. En particular, las pruebas de validación serán de extrema relevancia para asegurar un producto de la calidad que se requiere.

## Alcance

En esta sección se deberá detallar qué es lo que el proyecto va a abarcar, qué será el producto final con el que se contará, pero, más importantemente, qué cosas NO se harán. Es de enorme relevancia establecer los límites del proyecto en forma concisa, delimitando exactamente lo que se propone realizar, y lo que se propone NO realizar. Ejemplo: puede desarrollarse un producto que utilice baterías y ofrezca cierto grado de autonomía, pero no desarrollarse para venta comercial un cargador. Puede trabajarse en un equipo médico que utilice electrodos u otros apéndices, y no desarrollar los mismos. Puede desarrollarse un sistema de medición de ciertos parámetros para equipos pre-existentes, sin que esto implique el desarrollo o modificación de dichos equipos.

Este proyecto contempla el diseño de un conversor de 24 a 12VDC para ser utilizado en vehículos terrestres, con los análisis relevantes para asegurar la viabilidad tecnológica y financiera del producto. La verificación de la calidad del diseño estará basada en un único prototipo no comercial, que no deberá cumplir con todos los requerimientos de producto final. No se contempla en este trabajo la realización de un segundo o tercer prototipo, ni del producto final, aunque sí estarán establecidas todas las decisiones de diseño, así como esquemáticos y planos de fabricación acordes para la manufactura en masa del producto final. El dispositivo no estará preparado para ser utilizado en otro tipo de vehículos que no sean terrestres, ni estará preparado para estar en contacto directo con los motores de ninguna clase de vehículo. El alcance de este trabajo está limitado al conversor en sus bornes. Aunque las pruebas de validación utilicen diverso tipo de cables y cargas, el diseño y manufactura de estos no está cubierto en este desarrollo.

# Definición de Producto

Aquí se deberán plantear los requerimientos del producto según indicado por el/los clientes y luego traducirlo a especificaciones de diseño. Según el tipo de cliente, los requerimientos pueden tener dos formatos:

1. Producto pedido: cliente principal único
2. Producto “masivo”: gran número de clientes desconocidos

Para el primer caso, los requerimientos son muy similares a las especificaciones de diseño: específicos, medibles, concisos, conseguibles, necesarios, y libres de implementación. Esto por ejemplo es siempre es cierto para los requerimientos impuestos por el estado en forma de regulaciones y normas. Es posible que haya requerimientos que no vayan al nivel de detalle que es necesario en las especificaciones, pero aún así son cercanos al estilo de las especificaciones de diseño. Cuando el desarrollo que los autores deben realizar sigue estas características, no es necesario realizar una casa de calidad.

Para el segundo caso, los requerimientos toman el carácter de condiciones a menudo simplemente “deseables”, y rara vez son específicos, medibles o concisos. En estos casos, hay dos herramientas que pasan a ser necesarias: el relevamiento de datos de los clientes (a menudo en forma de encuestas), y la construcción de una casa de calidad. Ambas herramientas permitirán realizar el paso de los requerimientos planteados por los clientes, a las especificaciones de diseño.

Es importante remarcar que también deberán incluirse aquellos aspectos del diseño que, si bien no tienen un requerimiento formal, explícito, sí lo tienen en términos tácitos. Estos pueden ser aspectos como el tamaño del producto, el consumo, las condiciones ambientales de operación, etc. Estos requerimientos también deberán escribirse, sólo que tendrán un origen tácito.

En cualquier caso, los requerimientos al terminar el análisis deberán ser escritos en forma clara y concisa. Cada requerimiento deberá tener un código de identificación único, y deberá quedar denotado su origen.

## Requerimientos de Cliente

### Relevamiento de Datos

OPCIONAL (ver texto sección raíz)

En esta sección se deberá explicar el mecanismo mediante el cuál se consiguieron datos de los clientes. En el caso de una encuesta, deberán estar detalladas todas las preguntas, así como también los criterios de filtrado utilizados para las respuestas. Este filtrado puede venir de *outliers* (valores atípicos) o del incumplimiento de ciertas condiciones en alguna pregunta previa -por ejemplo, si la primera pregunta dice “¿estaría Ud. Interesado en este producto?”, pueden no considerarse las subsiguientes respuestas de quién responde a esta pregunta que no-, entre otras posibles razones. Se espera también en esta sección un análisis en profundidad de las respuestas obtenidas. Debe estar considerado también en esta sección, el grado de representatividad de los datos obtenidos.

### Casa de Calidad

OPCIONAL (ver texto sección raíz)

En esta sección se realiza el análisis de valor y competitividad utilizando la herramienta de la Casa de Calidad, para aquellos casos en los que es necesaria una traducción cualitativa de las prioridades de diseño para un producto masivo.

### Requerimientos finales para trazabilidad

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** |
| REQ-01 | El producto deberá ser portable | Encuesta |
| REQ-02 | El producto debe cumplir la norma IRAM xxxx: seguridad eléctrica | Ley Argentina |
| REQ-03 | El producto deberá poder operarse en todas las condiciones normales de temperatura y humedad que se pueden encontrar en el territorio argentino. | Tácito |

Tabla 8.1: Requerimientos

## Diagrama Funcional de Interfaces

En esta sección deberá presentarse un diagrama del producto que muestre claramente todas las interfaces que el producto tiene. Este **diagrama *NO* debe mostrar distinciones de HW o SW** o de módulos internos: sólo deberá presentarse como una “caja negra”, mostrando todas las interfaces que posee (en términos multidisciplinares). Se recomienda marcar cada interfaz con un identificador único.

Conversor   
24 VDC / 12 VDC

Chasis o Interfaz Mecánica del vehículo para sujeción

Ambiente

Temperatura – Humedad – Presión – Emisiones Electromagnéticas

Batería 24V

Dispositivos del Usuario

Servicio Técnico

#AMB

Intercambio térmico, EMC, etc.

#VIN

24VDC

#DIA

Interfaz de Diagnóstico

#MEC

Interfaz de Sujeción

#VOU

12VDC

**Interfaz eléctrica**

**Interfaz mecánica**

**Interfaz de servicio**

**Interfaz de entorno**

Figura 8.1: Diagrama Funcional de Interfaces

## Especificaciones de Diseño.

En esta sección, deberán escribirse ***todos*** los requerimientos o especificaciones *de diseño*. Las especificaciones deberán ser **concisas** (es decir, inequívocas, no ambiguas), **precisas**, **medibles**, **atomizadas** (una por cada aspecto necesario, sin agrupar), **necesarias** (deberá haber al menos un cliente insatisfecho si no se cumple), **libres de implementación** (la implementación es para el diseño, y no antes), **consistentes y** **no redundantes**. Preste por favor especial al cumplimiento de estos términos.

Cada especificación deberá tener un identificador único, un origen (es decir, un requerimiento que lo origina), un modo de validación especificado, y un ámbito de validez. Hay ejemplos en las siguientes sub-secciones.

### Especificaciones Funcionales

Las especificaciones funcionales son las más genéricas, y se refieren, sin entrar en detalles de performance, a las funciones que debe cumplir el producto. Es la forma técnica de explicar en pocas palabras lo que el producto **hace**. En este sentido, funcionan más bien como una primera orientación para luego entrar en los detalles pertinentes, usualmente presentes en las especificaciones de interfaz y de performance.

|  |  |
| --- | --- |
| **Leyenda para Especificaciones** | |
| **Aplicabilidad** | **Validación** |
| **DP**: Dispositivo, Prototipo | **I:** Inspección Visual |
| **IP**: Instalación, Prototipo | **D**: Documentación de Diseño |
| **DF**: Dispositivo, Producto Final | **S**: Simulación |
| **IF**: Instalación, Producto Final | **T**: Test |

Tabla 8.2: Leyenda de uso en especificaciones

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| FUN-POW-01 | El producto deberá tomar una señal de tensión continua proveniente de una batería de 24 Volts en su entrada, y convertirla en una señal de 12 Volts de tensión continua en su salida. | REQ-04 REQ-08 | DP, IP, DF, IF  I, D |
| FUN-POW-02 | El producto deberá poder abastecer de energía cualquier dispositivo que se le conecte, siempre y cuando cumpla con las especificaciones indicadas en las siguientes subsecciones. | REQ-02 | DP, DF  I, D, T |
| FUN-POW-03 | El producto deberá poder operar cuando está sujeto a un vehículo terrestre en desplazamiento. | REQ-02 | DP, DF  I, D, T |

Tabla 8.3: Especificaciones Funcionales

### Especificaciones de Interfaz

En esta sección deben mostrarse las especificaciones aplicables a todas las interfaces formales. Es decir, interfaces con los clientes, ya sean eléctricas, mecánicas, visuales o de otro tipo. Se sugiere agrupar las especificaciones utilizando los mnemónicos de la sección 8.2. En los casos en los que es aplicable, se deberán explicitar aquí especificaciones como rangos de entrada, picos de consumo, picos de corriente, corrientes de inrush, conectores utilizados, etc. Nótese que aquí también se deben incluir interfaces de servicio, programación, diagnóstico, etc.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| INT-VIN-01 | El equipo debe poder operar con una tensión de entrada entre 22 VDC y 30 VDC. | REQ-04 REQ-08 | DP, IP, DF, IF  T |
| INT-VIN-02 | El equipo debe poder tolerar ruido de hasta 5Vpp (pico a pico) en la banda de 50 Hz – 50 kHz en su entrada (sumado a los rangos descriptos en INT-VIN-01) | REQ-24 | DP, DF  , DT |
| INT-VIN-03 | El equipo deberá poder tolerar ruido de hasta 10Vpp (pico a pico) en la banda de 50 Hz – 50 kHz en su entrada cuando esta se encuentra desconectada de la fuente batería). Es decir, con un piso de tensión continua de 0VDC. | REQ-24 | DP, DF  D, T |

Tabla 8.4: Especificaciones de Interfaz VIN

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| INT-VOU-01 | El equipo debe entregar en el conector de salida una tensión continua de entre 12 y 14.5 Volts. | REQ-04 | DP, IP, DF, IF  T |
| INT-VOU-03 | La impedancia de salida para la interfaz de salida deberá ser no mayor a 0.5 Ω. | REQ-15 | DP, DF  D, T |
| INT-VOU-08 | La tensión de salida deberá entregarse en un conector LEMO tipo K (*PKA.1K.303.CYKC35E*) de dos pines para baja tensión, con el siguiente pinout:   1. 12VDC 2. 0VDC (masa/ground) | REQ-24 | DP, DF  D, T |
| INT-VOU-10 | La salida permitirá un pico de corriente máximo de 5 Amperes durante no más de 10 µs, y un ciclo de trabajo no mayor a  TBD | REQ-17 | TBD |

Tabla 8.5: Especificaciones de Interfaz VOU

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| INT-MEC-01 | El equipo deberá poder sujetarse con cuatro tornillos tipo M12 distanciados entre sí no más de 15 cm y no menos de 3 cm. | REQ-15 | DP, IP, DF, IF  T |
| INT-MEC-02 | El equipo deberá tolerar vibraciones mecánicas del siguiente modo: | REQ-07 | DP, DF  D, T |

Tabla 8.6: Especificaciones de Interfaz MEC

### Especificaciones de Performance

En esta sección deben mostrarse las especificaciones vinculadas a la performance, o calidad con la cual el producto cumple sus ***funciones***. Se sugiere agrupar las especificaciones utilizando las funciones descritas en la sección 8.3.1, particularmente cuando haya varias funciones fundamentalmente distintas (no el caso del ejemplo que es de gran simplicidad). No siempre la división será 100% clara entre especificaciones de performance o de interfaz. En estos casos, quedará a criterio de los autores, siempre y cuando todos los aspectos relevantes estén cubiertos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| PER-POW-01 | El equipo deberá realizar la conversión de energía indicada por FUN-POW-01 con una eficiencia no menor al 80% | REQ-15 | DP, IP, DF, IF  T |
| PER-POW-02 | El equipo deberá poder proveer no menos de 60W de potencia continua. | REQ-07 | DP, DF  D, T |
| PER-POW-03 | El equipo no deberá agregar nunca más de 2nV/Hz de ruido eléctrico sobre la señal de entrada. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.7: Especificaciones de Performance

Nótese que el segundo requerimiento establece la máxima potencia mínima de salida, de lo que automáticamente se puede derivar la mínima corriente máxima de salida. No se deberá expresar ésta en esta sección (especificaciones) dado que sería redundante. Sin embargo, a la hora de realizar el diseño, es importante ver que la mínima corriente máxima variará según la tensión de salida, siendo la menor corriente máxima aquella que se deba proveer cuando la tensión es mínima (la cuál será un resultado del diseño pero que por especificaciones se sabe que tendrá que ser igual o superior a 12VDC.

### Especificaciones de Implementación

Las especificaciones de implementación son todas aquellas que limitan los potenciales diseños basados en características basadas en el entorno de implementación de la solución. Esto incluye todas las características ambientales tanto para la operación como el almacenamiento y el transporte, materiales que no están permitidos (por ejemplo, por contaminación o por regulaciones –asbestos, plomo, etc.-), limitaciones para las dimensiones o el peso, etc, así como también requerimientos de costos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| IMP-OPE-01 | El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la temperatura ambiente sea  -10°C < TAMB < 70°C  Si bien la temperatura más baja observada en el territorio argentino es de -40°C, se acepta que son circunstancias excepcionales y que a partir de -10°C las baterías comunes comienzan a presentar problemas para arrancar un vehículo. Si bien la temperatura máxima observada es de casi 50°C, la concentración de calor en ambientes cerrados puede hacer que sea superior a este valor en hasta 20°C |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-OPE-02 | El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la humedad sea:  0% < RH < 100%  Valores normales de humedad relativa ambiente. Si bien puede ser superior al 100%, esto no es común y sólo puede suceder en aire extremadamente limpio, donde la condensación no se adhiere a partículas de polvo. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-OPE-03 | El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la presión atmosférica sea:  60 kPa < PATM < 110 kPa  Esto equivale a 4000m de altura para el mínimo de presión, y un máximo ligeramente superior al máximo observado a la altura del mar. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.8: Especificaciones de Operación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| IMP-AYT-01 | El dispositivo no deberá sufrir daños cuando, estando desenergizado, la temperatura ambiente sea  -30°C < TAMB < 80°C |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP- AYT -02 | El dispositivo no deberá sufrir daños cuando, estando desenergizado, la humedad sea  0% < RH < 100% |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP- AYT -03 | El dispositivo no deberá sufrir daños cuando, estando desenergizado, la presión atmosférica sea  60 kPa < PATM < 110 kPa |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.9: Especificaciones de Almacenamiento y Transporte.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| IMP-EMC-01 | El dispositivo deberá poder operar normalmente con inmunidad al ruido electromagnético de acuerdo a la norma TBD |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-EMC-02 | El dispositivo deberá poder operar normalmente con inmunidad al ruido electromagnético de acuerdo a la norma TBD |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.10: Especificaciones de Compatibilidad Electromagnética

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| IMP-DIM-01 | El dispositivo no deberá exceder las siguientes dimensiones:  Largo < 20 cm  Ancho < 10 cm  Alto < 10 cm |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-DIM-02 | El dispositivo no deberá pesar más de 10 Kg |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.11: Especificaciones Dimensionales y de Peso

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| IMP-COS-01 | El costo de las partes que conforman el producto no deberá ser superior a U$S20 |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-COS-02 | El precio de venta del producto deberá ser inferior a U$S100 (Capital Expenditure -CAPEX) |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-COS-03 | El costo de operación del producto (Operating Expense -OPEX) anual deberá ser inferior a U$S20 |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| IMP-COS-04 | El costo total de propiedad (Total Cost of Ownership - TCO) del equipo deberá ser inferior a U$S 100. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.12: Especificaciones de costos

### Especificaciones de Servicio (*RAMS*)

Esta sección deberá contener todas las especificaciones vinculadas a las “*RAMS*”: Reliability, (Confiabilidad) Availability (Disponibilidad, también incluye ciclo de vida), Maintainability (Mantenibilidad; también vinculadas a capacidades diagnósticas) y Safety.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| RAM-CON-01 | El producto deberá tener un MTBF no menor a 10 años. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-CON-02 | El producto deberá tener una vida útil no menor a 5 años. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-CON-03 | Los componentes críticos deberán ser testeados al ingreso para garantizar una tasa de defectos del 0.5% de los módulos. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.13: Especificaciones de Confiabilidad

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| RAM-DIS-01 | El equipo deberá tener una disponibilidad no menor al 99.9% a lo largo del total de la vida útil. Nótese que esto implica también el tiempo total que el equipo puede estar en estado de falla/reparación. Con una vida útil de 5 años, un 99.9% de disponibilidad implica que el equipo no puede no estar disponible más de 43.8 horas. Esto tiene impactos relevantes en las facilidades de diagnóstico y reparación necesarias. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-DIS-02 | Los períodos de *indisponibilidad* planificada nunca deberán ser superiores a las 4 horas, desde el momento en que el equipo está en manos de técnicos calificados. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-DIS-03 | Los períodos de *indisponibilidad* no planificada nunca deberán ser superiores a las 24 horas, desde el momento en que el equipo está en manos de técnicos calificados. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.14: Especificaciones de Disponibilidad

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| RAM-MAN-01 | Se deberán monitorear los parámetros de entrada que puedan comprometer el funcionamiento del equipo. Deberá ser posible observar cuando estos parámetros están fuera de especificación. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-02 | El equipo deberá monitorear la corriente de salida, e indicar cuando la carga es superior a lo especificado. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-03 | Si el equipo no puede realizar su función, esto deberá ser claramente indicado, junto con la causa de la interrupción de la función. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-04 | Deberá haber un indicador visual que se encienda cuando la temperatura interna se acerca anormalmente (es decir, debido a temperaturas externas extremas, o a potenciales fallas internas) a la temperatura límite de funcionamiento. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-05 | Todo módulo interno que sea definido como “repuesto” deberá tener sus propios métodos diagnósticos para verificar su funcionalidad. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-06 | Cualquier cambio de repuestos deberá realizarse en un estado desenergizado. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-07 | Cualquier cambio de repuestos deberá realizarse en un tiempo no mayor a 30 minutos. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-08 | Deberá haber una indicación visual clara cuando el equipo está energizado. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-09 | En caso de utilizar SW o FW, deberá ser posible para técnicos calificados realizar actualizaciones del mismo. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-10 | En caso de utilizar SW o FW, no deberá ser posible para el usuario acceder al mismo. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-11 | En caso de requerir una calibración, esta deberá poder realizarse en un tiempo no mayor a 10 minutos. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-12 | En caso de requerir una calibración, esta sólo será permitida como parte de la manufactura. |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |
| RAM-MAN-13 | El equipo deberá contener la siguiente documentación:   * Manual de Usuario * Esquemáticos de circuitos * Esquemáticos de Placas * Manual de Mantenimiento y Servicio |  | DP, IP, DF, IF I, D, S, T |

Tabla 8.15: Especificaciones de Mantenibilidad

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Descripción** | **Origen** | **Aplicabilidad Validación** |
| RAM-SEG-01 | La máxima temperatura que podrá tener la carcasa será de 70°C, o 10°C por encima de la temperatura ambiente, la que sea mayor. |  | DP, IP, DF, IF D, T |
| RAM-SEG-02 | La puesta a tierra de cada parte del equipo deberá ser tal que no puedan aparecer Corrientes de superficie en partes metálicas que lleven a descargas en un cuerpo humano de más de 25 mA. |  | DP, IP, DF, IF D, T |
| RAM-SEG-03 | Luego de desenergizado, el equipo no deberá tener tensiones peligrosas por más de 1 segundo. |  | DP, IP, DF, IF D, T |
| RAM-SEG-04 | Si en algún lugar (accesible o no) hay tensiones peligrosas, deberá haber un cartel que lo advierta. |  | DP, IP, DF, IF D, T |
| RAM-SEG-05 | No deberá ser posible para una persona realizarse ningún tipo de corte por contacto con el equipo. |  | DP, IP, DF, IF D, T |

Tabla 8.16: Especificaciones de Seguridad

# Plan de Validación

## Diseño de Bancos de Pruebas

En esta sección se deberá explicar en qué consiste el o los bancos de pruebas a utilizar en las pruebas de validación. Para todas las mediciones, se deberá especificar cuál es la precisión, exactitud, error y resolución de cada una. Tenga en cuenta que el banco de pruebas es un “proyecto dentro del proyecto”: si bien no es necesaria estrictamente ninguna de las formalidades del proyecto completo, sí es necesario tener en cuenta los requerimientos principales (que usualmente son aquellos mencionados más arriba, aunque en ocasiones pueden tener muchos más requerimientos de acuerdo de la situación). En esta sección se deberá también mostrar un diagrama en bloques del banco de pruebas, mostrando claramente cuáles son las conexiones al DUT (Device Under Test), y cómo son estas realizadas (por ejemplo, si se utilizan cables cortos para comunicaciones de alta velocidad, si se utiliza pasta térmica o no para ubicar un sensor de temperatura, dónde se ubica la tierra del osciloscopio para realizar una medición de tensión de alta precisión, etc).

## Especificaciones de Tests

Aquí deberá haber una descripción exhaustiva de cada prueba que se deba realizar, indicando sobre qué dispositivo se deberá realizar, qué precondiciones hay, cuál es el procedimiento exacto, y cuál es el criterio de pase. Algunos ejemplos a continuación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ID Aplicabilidad** | **Procedimiento** | **Criterio** |
| **Precondiciones**: Deberán haber sido completadas con éxito las pruebas T-INT01, T-INT02, T-POW01 y T-POW05.  **Procedimiento General**: para todas estas pruebas, se deberá conectar el DUT al banco de pruebas #2. Verifique que ambas puntas del osciloscopio estén correctamente conectadas, y que cada una de ellas tenga la referencia conectado al pin de tierra inmediatamente al lado del que se intenta medir. El osciloscopio deberá estar ajustado para mostrar en pantalla un período no mayor a 10µs. Deberá tener también acoplado AC para evitar ver señales de tensión continua. La amplitud que se pueda ver en pantalla deberá ser no mayor a 2VDC. El trigger deberá estar puesto en automático, y el display deberá estar puesto en estado normal (es decir, sin persistencia). Las puntas deberán estar en impedancia de entrada x10, con el ajuste acorde en el osciloscopio. Salvo que el test así lo indique, no deberá haber ningún tipo de filtro salvo aquellos ya mencionados. Los tests comienzan con todos los artefactos ya conectados y encendidos por no menos de 10 minutos. | | |
| T-PERF01  Proto, Final | 1. Verificar que la carga, la alimentación y el DUT estén encendidos y correctamente conectados. 2. Utilizar las funciones de medición del osciloscopio para que se registren los valores de tensión máximo y mínimo en la salida VOU del DUT. 3. Registrar los valores de tensión obtenidos luego de 10 segundos. 4. Desconectar la carga desde el conector y limpiar las mediciones previas. 5. Registrar los valores de tensión obtenidos luego de 10 segundos. | Con carga: 0V ± 0.05V  Sin carga: 0V ± 0.05V |
| T-PERF02  Final | 1. Repetir el test T-PERF01, esta vez colocando el dispositivo en una cámara térmica que lleve la temperatura a 90°C 2. Repetir el test T-PERF01, esta vez colocando el dispositivo en una cámara térmica que lleve la temperatura a 0°C | Con carga: 0V ± 0.10V  Sin carga: 0V ± 0.10V |

Tabla 9.1: Tests de Performance

## Diseño y Especificaciones de Simulaciones

Para aquellos requerimientos a los que se haya elegido validar con simulaciones, en esta sección se deberán describir. La información contenida deberá incluir: alcance del modelo que será utilizado para simular, entradas y salidas del sistema simulado, parámetros del sistema simulado (no confundir con entradas), parámetros de la simulación (extensión en tiempo o espacio, granularidad, etc), salidas de referencia o criterio de aprobación.

Note que esto es para simulaciones cuyo objetivo sea validar, **NO** diseñar. Esta sección es sólo de planificación del trabajo; la descripción de resultados se realiza más adelante.

## Matriz de Trazabilidad de Validación

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Origen** | **REQ ID *Descripción corta*** | **ESP ID** | **TEST ID o  SIM ID** |
| Encuesta | REQ-01  *Portabilidad* | FUN-POW-01 | T-INT02 |
| INT-VOU-01 | T-PERF04 |
| PER-POW-03 | T-PERF07 T-PERF08 |
| Ley xxx | REQ-02  *Normas* | IMP-EMC-01, IMP-EMC-02 | T-EMC-01 T-EMC-02 |
| IMP-SEG-01  …  IMP-SEG-05 | T-SEG-01 |
| Tácito | REQ-03  *Condiciones ambientales* | IMP-AYT-01 IMP-AYT-02 IMP-AYT-03 | T-AYT-01 T-AYT-02 T-AYT-03 |
| Encuesta | REQ-07 *Costo de producto* | IMP-COS-01 | *No requiere* |

Tabla 9.2: Matriz de Trazabilidad para Validación

## Plan de Validación

En esta sección se deberán mostrar todas las dependencias entre pruebas en un esquema temporal, mostrando además cuándo se pasan de pruebas de prototipo a producto final. Pueden utilizarse esquemas tipo PERT si así lo desean.



Figura 9.1: Diagrama de dependencias de Validación

# Análisis de Factibilidad

## Factibilidad tecnológica

### Esquema Modular

Este diagrama deberá mostrar los principales módulos ***funcionales*** del dispositivo. El hecho de que sean funcionales se refiere a que no está determinado si es HW o SW, mucho menos qué tipo de HW o SW es. Lo que este esquema muestra es la división en módulos que realizan funciones distintas, independientemente de la implementación. Deberán verse claramente las interfaces mostradas en la sección 8.2, así como también las conexiones entre módulos. Como no es un diagrama que muestre implementación, las conexiones entre módulos sólo pueden mostrar los datos intercambiados, y nunca los formatos (es decir, no puede decir si es analógico o digital, niveles de tensión, corrientes, etc. Sí puede contener cosas como “mediciones de entorno”, o “comandos de control”, por ejemplo).

Conversor   
24 VDC / 12 VDC

#AMB

Intercambio térmico, EMC, etc.

#VIN

24VDC

#DIA

Interfaz de Diagnóstico

#MEC

Interfaz de Sujeción

#VOU

12VDC

Protección de Temperatura

Medición de Salida

Centro de Diagnóstico

Centro de Control

Medición de Entrada

Conversión

Configuración

Control

Info VOU

Info VIN

Configuración

Diagnóstico

Interfaz datos

24VDC

24VDC

12VDC

Alimentación  
Interna

Filtrado Diferencial

24VDC

Figura 10.1: Diagrama Modular

### Propuesta de alternativas de diseño.

### Elección de una solución

### DFMEA



Figura 10.2: DFMEA de diseño modular

## Factibilidad de tiempos.

Detalles (o no tan detalles) a tener en consideración al realizar diagramas de tiempos:

De 365 días del año, sólo aproximadamente 245 son laborables. A esto hay que sumarle vacaciones. Según la persona, esto puede ser de 5 a 30 días hábiles por año. Esto implica una relación entre tiempo de trabajo y tiempo calendario de 0.55 a 0.65. Esto a su vez implica que algo que llevaría por ejemplo 500 HH o unos 60 días hábiles, puede llevar, en tiempo calendario, 100 días calendario, o más de 3 meses de trabajo.

Estas consideraciones están a menudo incorporadas en los programas de planificación, pero no por ello estos programas pueden incorporar consideraciones como las potenciales vacaciones existentes entre Navidad y Año Nuevo, o las vacaciones personales de cada recurso humano.

Por lo general, realizar multitasking puede resultar costoso en términos de eficiencia. Si bien puede ayudar en algunos casos con motivación, el costo en eficiencia puede ser de hasta el 40%, según la diversidad de las tareas, la persona y la cantidad de veces que se cambie de una tarea a otra por día. *Siempre* hay un overhead cuando se realizar multitasking.

Que las tareas no estén correlacionadas y puedan realizarse en paralelo no implica que haya suficientes recursos humanos para poder realizar el trabajo. En otras palabras, si hay un equipo de dos personas, o bien no pueden realizar más de dos tareas en paralelo, o bien no pueden dedicar el 100% de su tiempo para cada tarea, con el consecuente overhead.

Cuando se requiere pedir componentes a un proveedor externo, se deben considerar siempre los *lead times*. Por lo general, los tiempos de los proveedores externos pueden mostrarse de dos modos: o bien con una tarea que está fuera del control del proyecto y que equivale al *lead time* estimado, o bien se utilizan XPI and XPO (Cross Project Input y Cross Project Output), que son milestones que indican el pedido del material, y su recepción. Estos milestones se utiliza para vincular dos o más planes que están relacionados entre sí: por ejemplo, el XPO del proyecto que es el pedido de componentes, es el XPI del proveedor, que deberá comenzar a trabajar en su proceso cuando recibe ***todas las especificaciones y el pago del pedido realizado.***

### Planificación (PERT y simulación de Montecarlo)

### Programación (Gantt)

## Factibilidad económica. (Mercado, costos, ciclo de vida, VAN, TIR)

## Factibilidad legal y responsabilidad civil (regulaciones y licencias)

# Ingeniería de detalle

## Hardware

### Diagrama de bloques (hardware).

### Descripción detallada de cada bloque

### Detalles de selección y cálculo de los elementos circuitales de cada bloque

### Plan de pruebas de cada modulo

## Software

### Diagrama de estados y flujogramas

### Análisis de complejidad

### Descripción de subrutinas

### Listados comentados del código

### Plan de prueba de módulos y de depuración de Software

# Construcción del prototipo

## Definición de los módulos

## Diseño de los circuitos impresos

## Diseño mecánico

## Detalles de construcción y precauciones especiales de montaje

# Validación del prototipo

## Resultados

## Evaluación

Consideraciones finales hacia el producto final

## Estudios de confiabilidad de hardware y de software

# Conclusiones

Cumplimiento de Objetivos

Aunque una conclusión puede resumir los aspectos fundamentales del informe, no utilice el resumen como la conclusión. Una conclusión podría elaborarse haciendo referencia a la importancia del trabajo o sugiriendo sus aplicaciones y generalizaciones.

Las conclusiones deberán incluir los sig

Lecciones aprendidas

Recomendaciones para futuros diseños

# Bibliografía

## LIBROS. (Autor. Título. Editorial. Fecha)

## REVISTAS. (Autor. Título. Nombre de la revista. Fecha-Volumen. Páginas)

## Notas de aplicación (incluir copia de las importantes)

# Anexos Técnicos

En esta sección del informe deben de presentarse todos los documentos que sean importantes para el seguimiento y entendimiento del proyecto.

## Esquemáticos

## Planos de PCB

## Listado de Partes y Componentes (*BOM*)

## Códigos de Software

## Hojas de Datos de Componentes

## Hojas de Aplicación, etc.

## Otra Documentación Técnica

Apéndice I: Documentación

Configuración de Página

* Tamaño: A4 (21 cm x 29.7 cm)
* Márgenes: 3.5 cm izquierda, 2.5 cm derecho, 2.5 superior y 2.5 inferior.

Encabezado y pie de página

* En el encabezado deberá figurar el título del trabajo. Si el título del trabajo es muy largo usar una síntesis del mismo donde quede claramente expresado el trabajo. Además, debe mostrarse el logo del ITBA **actual**. Puede utilizarse el de esta guía.
* En el pie de página habrá dos sectores: a la izquierda el capítulo y a la derecha el número de página. (Seguir ejemplo de este documento).
* La excepción es la carátula, en la cual no deberá haber ni encabezado ni pie de página.

Un camino fácil para cumplir con el formato requerido es usar este documento como modelo y simplemente escribir/copiar el texto sobre él.Junto con el informe impreso será incluido en un CD-ROM, con copia del informe en formato digital (formato PDF) y la presentación en formato Microsoft Office PowerPoint o similar.

El texto debe de ser escrito a una sola columna y todos los párrafos deben estar justificados. El documento debe estar escrito en Time New Roman 10 pt, otros tipos de forma de letra pueden ser usados solo si es necesario para casos especiales de diferenciación del párrafo. Para hacer énfasis utilice letra cursiva; no subraye. El espaciado entre líneas será de 1,2 y entre párrafos de 2.

El título debe estar en Time New Roman 18 pt, cada palabra del título debe estar con letra mayúscula con excepción de las palabras cortas (Ej de; a; en; etc). Los autores en Time New Roman 11 pt, la institución a las que pertenece en Time New Roman 10 pt y los mail de los autores en Courier 9 pt.

No se permiten más de tres niveles de encabezados.

Figuras, Tablas y Ecuaciones

Las figuras y tablas deben de estar centradas. Los gráficos pueden estar en color o blanco y negro siempre y cuando se guarde la claridad de la información que se está presentando. En las graficas siempre usar líneas solidas con colores que permitan un claro contraste con el blanco y negro del resto del texto. Todas las tablas y figuras deben ser procesadas como imágenes. Usted tendrá el mayor control sobre la apariencia de sus figuras y tablas si es capaz de preparar archivos de imagen electrónica.

Las figuras deben tener una buena resolución tal que permita distinguir los detalles importantes de la figura. Los colores usados en la figura deberán tener suficiente contraste para que la imagen de cada figura sea clara y todos los textos de las figuras, legibles. Todas las tablas y figuras deberán tener un título explicativo además de la numeración. Las figuras y tablas utilizadas deberán tener suficiente resolución para que su impresión resulte en detalles legibles.

Los incisos de eje de la figura con frecuencia son una fuente de confusión. Utilice palabras en vez de símbolos. Por ejemplo, escriba la cantidad “Amplitud,” o “Amplitud A,” no solamente “A.” Ponga las unidades entre corchetes. Por ejemplo: *Amplitud de la corriente [A]*

Los ejes deberán estar rotulados tanto con unidades como con un texto explicativo de lo representado en el eje. Cuando sea necesario, no utilice multiplicadores, sino prefijos (p, n, µ, m, k, M, G, T, P, etc.)

Todas las ecuaciones deben estar centradas.

Enumere las ecuaciones de forma consecutiva con números de ecuación entre paréntesis resaltado con el margen derecho, como en (1). Primero utilice el editor de ecuación para crear la ecuación, después seleccione el estilo marcas para la “Ecuación”. Presione la tecla tab y escriba el número de ecuación entre paréntesis. Para hacer sus ecuaciones más compactas, debe utilizar el solidus ( / ), la expresión función , o exponentes apropiados. Utilice paréntesis para evitar ambigüedades en los denominadores.

 (1)

Asegúrese de que los símbolos en su ecuación hayan sido definidos antes de que aparezca la ecuación o inmediatamente después. Los símbolos deben aparecer en cursiva. Refiérase a “(1),” no “Eq. (1)” o “ecuación (1),” excepto al principio de una oración: “Ecuación (1) es ... .”

Abreviaturas y Acrónimos:

Defina las abreviaturas y los acrónimos desde la primera vez que se utilicen en el texto, incluso después que ya hayan sido definidas en el resumen. Las abreviaturas que incorporan puntos no deben tener espacios: escriba “C.N.R.S.,” no “C. N. R. S.” No utilice abreviaturas en el título a menos que sea inevitable.

Unidades

Se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades, SI (MKS), así como las normas internacionales efectivas para los símbolos y unidades de medida. Se aceptan como excepciones a esta regla, el caso de las unidades de medida en inglés que se usan como identificadores en el comercio, tales como “3½ in disk drive.”

*Encabezado y Pie de Página:* En el encabezado debe de figurar el título del trabajo. Si el título del trabajo es muy largo usar una síntesis del mismo donde quede claramente expresado el trabajo.

El Pie de Página estará conformado por dos sectores, a la izquierda el capítulo y a la derecha el número de página. (Seguir ejemplo de este documento).

Referencias

Enumere las citas de forma consecutiva encerradas en corchetes [1]. La puntuación de la oración a continuación de los corchetes [2]. Las referencias múltiples [2], [3] se deben enumerar con corchetes independientes [1]–[3]. Al citar una sección en un libro, por favor enumere las páginas importantes con números [2]. En las oraciones, refiérase simplemente al número de referencia, como en [3]. No utilice “Ref. [3]” o “referencia [3]” excepto al principio de una oración: “La Referencia [3] muestra ...”

Por favor, observe que las referencias al final de este documento se encuentran en el estilo de referencia deseado. Mencione los nombres de todos los autores; no utilice “et al.” a no ser que existan 6 o más autores. Utilice un espacio después de las iniciales de los autores. Las referencias que correspondan a trabajos no publicados deben ser citadas como “no publicadas” [4].

Utilice la mayúscula solamente en la primera palabra del título del informe, excepto para los nombres propios y para los símbolos de los elementos.

Libros

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Title of chapter in the book” in *Title of His Published Book, x*ª ed. City of Publisher, Country if not USA: Abbrev. Of Publisher, year, ch. *x*, secc. *x*, pp. *xxx–xxx.*

**NOTA:** Usar *et al.* cuando son tres o más nombres.

##### Ejemplos

[1] B. Klaus and P. Horn, *Robot Vision.* Cambridge, MA: MIT Press, 1986.

[2] L. Stein, “Random patterns,” en *Computers and You,* J. S. Brake, Ed. New York: Wiley, 1994, pp. 55-70.

[3] R. L. Myer, “Parametric oscillators and nonlinear materials,” in *Nonlinear Optics*, vol. 4, P. G. Harper and B. S. Wherret, Eds. San Francisco, CA: Academic, 1977, pp. 47-160.

[4] M. Abramowitz and I. A. Stegun, Eds., *Handbook of Mathematical Functions* (Applied Mathematics Series 55). Washington, DC: NBS, 1964, pp. 32-33.

[5] E. F. Moore, “Gedanken-experiments on sequential machines,” in *Automata Studies* (Ann. of Mathematical

Studies, no. 1), C. E. Shannon and J. McCarthy, Eds. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1965, pp. 129-153.

[6] Westinghouse Electric Corporation (Staff of Technology and Science, Aerospace Div.), *Integrated Electronic Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1970.

[7] M. Gorkii, “Optimal design,” *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, vol. 12, pp. 111-122, 1961 (Transl.: in L. Pontryagin, Ed., *The Mathematical Theory of Optimal Processes.* New York: Interscience, 1962, ch. 2, sec. 3, pp. 127-135).

[8] G. O. Young, “Synthetic structure of industrial plastics,” in *Plastics,* vol. 3, *Polymers of Hexadromicon*, J. Peters, Ed., 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15-64.

Manuales

##### Formato Básico:

[1] *Title of the Manual/Handbook*, *x* ed., Abbrev. Name of Co., City of Co., Abbrev. State, year, pp. *xx-xx.*

##### Ejemplos

[1] *Transmission Systems for Communications*, 3rd ed., Western Electric Co., Winston-Salem, NC, 1985, pp. 44–60.

[2] *Motorola Semiconductor Data Manual*, Motorola Semiconductor Products Inc., Phoenix, AZ, 1989.

[3] *RCA Receiving Tube Manual*, Radio Corp. of America, Electronic Components and Devices, Harrison, NJ, Tech. Ser. RC-23, 1992.

Reportes

La forma general para citar los informes técnicos es colocar el nombre y la ubicación de la empresa o institución después del autor y título y dar el número de informe y la fecha al final de la referencia.

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Title of report,” Abbrev. Name of Co., City of Co., Abbrev. State, Rep. *xxx*, year.

##### Ejemplos

[1] E. E. Reber absorption in the earth’s atmosphere,” Aerospace Corp., Los Angeles, CA, Tech. Rep. TR-0200 (4230-46)-3, Nov. 1988.

[2] J. H. Davis and J. R. Cogdell, “Calibration program for the 16-foot antenna,” Elect. Eng. Res. Lab., Univ. Texas, Austin, Tech. Memo. NGL-006-69-3, Nov. 15, 1987.

[3] R. E. Haskell and C. T. Case, “Transient signal propagation in lossless isotropic plasmas,” USAF Cambridge Res. Labs., Cambridge, MA, Rep. ARCRL-66-234 (II), 1994, vol. 2.

[4] M. A. Brusberg and E. N. Clark, “Installation, operation, and data evaluation of an oblique-incidence ionosphere sounder system,” in “Radio Propagation Characteristics of the Washington-Honolulu Path,” Stanford Res. Inst., Stanford, CA, Contract NOBSR-87615, Final Rep., Feb. 1995, vol. 1.

[5] P. Diament and W. L. Lupatkin, “V-line surface-wave radiation and scanning,” Dept. Elect. Eng.,

New York, Sci. Rep. 85, Aug. 1991.

Artículos de Conferencias

La forma general para citar los artículos técnicos publicados en las actas de una conferencia consiste en enumerar el/los autor/es y el título del trabajo, seguido del nombre (y la ubicación, si se da) de la publicación de la conferencia *en itálica* usando estas abreviaturas estándar.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Palabra en el título de la conferencia*** | ***Abreviar a*** |
| Annals | Ann. |
| Annual | Annu. |
| Colloquium | Colloq. |
| Conference | Conf. |
| Congress | Congr. |
| Convention | Conv. |
| Digest | Dig. |
| Exposition | Expo. |
| International | Int. |
| National | Nat. |
| Proceedings | Proc. |
| Record | Rec. |
| Symposium | Symp. |
| Technical Digest | Tech. Dig. |
| Technical Paper | Tech. Paper |
| First | 1st |
| Second | 2nd |
| Third | 3rd |
| Fourth/*n*th ... | 4th/*n*th... |

Escriba todas las palabras restantes, pero omita la mayoría de artículos y preposiciones como "del" y "en", o en inglés, “of the” y “on”. Es decir, *Proceedings of the 1996 Robotics and Automation Conference* se convierte en *Proc. 1996 Robotics and Automation Conf*.

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Title of paper,” in *Unabbreviated Name of Conf.*, City of Conf., Abbrev. State (if given), year, pp. *xxx-xxx.*

##### Para un artículo de conferencia electrónico cuando no hay números de página*:*

[1] J. K. Author [two authors: J. K. Author and A. N. Writer] [three or more authors: J. K. Author et al.],

“Title of Article,” in [Title of Conf. Record as it appears on the copyright page], [copyright year] © [IEEE or applicable copyright holder of the Conference Record]. doi: [DOI number]

##### Para un artículo no publicado presentado en una conferencia:

[1] J. K. Author, “Title of paper,” presented at the Unabbrev. Name of Conf., City of Conf., Abbrev. State, year.

Fuentes online

La directriz básica para citar fuentes online es seguir la cita estándar para la fuente dada previamente y agregar el identificador de objeto digital (DOI) al final de la citación, o agregar el DOI en lugar de números de página si la fuente no está paginada. El DOI para cada artículo de la conferencia IEEE se asigna cuando el artículo se procesa para su inclusión en la biblioteca digital IEEE Xplore y se incluye con los datos de referencia del artículo en Xplore. Consulte el Sistema DOI para obtener más información sobre la referencia DOI.

#### FTP

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author. (year). *Title* (edition) [Type of medium]. Available FTP: Directory: File:

##### Ejemplo:

[1] R. J. Vidmar. (1994). *On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors* [Online]. Available FTP: atmnext.usc.edu Directory: pub/etext/1994 File: atmosplasma.txt

#### WWW

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author. (year, month day). *Title* (edition) [Type of medium]. Available: http://www.(URL)

##### Ejemplo:

[1] J. Jones. (1991, May 10). *Networks (2nd ed.)* [Online]. Available: <http://www.atm.com>

#### E-Mail

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author. (year, month day). *Title* (edition) [Type of medium]. Available e-mail: Message:

##### Ejemplo:

[1] S. H. Gold. (1995, Oct. 10). *Inter-Network Talk* [Online]. Available e-mail: COMSERVE@RPIECS Message: Get NETWORK TALK

Patentes, Estándares, Tesis, No publicados

#### Patentes

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Title of patent,” U.S. Patent *x xxx xxx*, Abbrev. Month, day, year.

##### Ejemplos:

[1] J. P. Wilkinson, “Nonlinear resonant circuit devices,” U.S. Patent 3 624 125, July 16, 1990.

**NOTE:** Use “issued date” if several dates are given.

#### Estándares

##### Formato Básico:

[1] *Title of Standard*, Standard number, date.

##### Ejemplos:

[1] *IEEE Criteria for Class IE Electric Systems*, IEEE Standard 308, 1969.

[2] *Letter Symbols for Quantities*, ANSI Standard Y10.5-1968.

#### Tesis (M.S.) y Disertaciones (Ph.D.)

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Title of thesis,” M.S. thesis, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year.

[2] J. K. Author, “Title of dissertation,” Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year.

##### Ejemplos:

[1] J. O. Williams, “Narrow-band analyzer,” Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA, 1993.

[2] N. Kawasaki, “Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow,” M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan, 1993.

[3] N. M. Amer, “The effects of homogeneous magnetic fields on developments of tribolium confusum,” Ph.D.

dissertation, Radiation Lab., Univ. California, Berkeley, Tech. Rep. 16854, 1995. *\*\*\* The state abbreviation is*

*omitted if the name of the university includes the state name, i.e., “Univ. California, Berkeley.” \*\*\**

[4] C. Becle, These de doctoral d’etat, Univ. Grenoble, Grenoble, France, 1968.

Periódicos

**NOTE:** When referencing IEEE Transactions, the issue number should be deleted and month carried.

##### Formato Básico:

[1] J. K. Author, “Name of paper,” *Abbrev. Title of Periodical*, vol. *x,* no. *x,* pp*. xxx-xxx,* Abbrev. Month, year.

##### Ejemplos:

[1] R. E. Kalman, “New results in linear filtering and prediction theory,” *J. Basic Eng.*, ser. D, vol. 83, pp. 95-108, Mar. 1961.

[2] Ye. V. Lavrova, “Geographic distribution of ionospheric disturbances in the F2 layer,” *Tr. IZMIRAN*, vol. 19, no. 29, pp. 31–43, 1961 (Transl.: E. R. Hope, Directorate of Scientific Information Services, Defence Research Board of Canada, Rep. T384R, Apr. 1963).

[3] E. P. Wigner, “On a modification of the Rayleigh–Schrodinger perturbation theory,” (in German), *Math.*

*Naturwiss. Anz. Ungar. Akad. Wiss.*, vol. 53, p. 475, 1935.

[4] E. H. Miller, “A note on reflector arrays,” *IEEE Trans. Antennas Propag...*, to be published. *\*\**

[5] C. K. Kim, “Effect of gamma rays on plasma,” submitted for publication. *\*\**

[6] W. Rafferty, “Ground antennas in NASA’s deep space telecommunications,” *Proc. IEEE* vol. 82, pp. 636-640, May 1994.

*\*\* Always use this style when the paper has not yet been accepted or scheduled for publication. Do not use “to appear in.”*

Referencias

**NOTE:** Use *et al.* when three or more names are given.

#### References in Text:

References need not be cited in the text. When they are, they appear on the line, in square brackets, *inside*

*the punctuation.* Grammatically, they may be treated as if they were footnote numbers, e.g.,

as shown by Brown [4], [5]; as mentioned earlier [2], [4]–[7], [9]; Smith [4] and Brown and Jones [5]; Wood et al. [7]

or as nouns:

as demonstrated in [3]; according to [4] and [6]–[9].

#### References Within a Reference:

Check the reference list for *ibid.* or *op. cit.* These refer to a previous reference and should be eliminated from the

reference section. In text, repeat the earlier reference number and renumber the reference section accordingly. If the *ibid.* gives a new page number, or other information, use the following forms:

[3, Th. 1]; [3, Lemma 2]; [3, pp. 5-10]; [3, eq. (2)]; [3, Fig. 1]; [3, Appendix I]; [3, Sec. 4.5]; [3, Ch. 2, pp. 5-10]; [3, Algorithm 5].

**NOTE:** Editing of references may entail careful renumbering of references, as well as the citations in text.

#### Style

Reference numbers are set flush left and form a column of their own, hanging out beyond the body of the reference. The reference numbers are on the line, enclosed in square brackets. In all references, the given name of the author or editor is abbreviated to the initial only and precedes the last name. Use commas around Jr., Sr., and III in names. If there Grammatically, they may be treated as if they were footnote numbers, e.g.,

are many names, use *et al.* Note that when citing IEEE Transactions, if the month is not available, the number may be kept, although it is normally deleted. Keep the day of the month when referencing a patent. References may not include all information; please obtain and include relevant information. Do not combine references. There must be only one reference with each number. If there is a URL included with the print reference, it can be included at the end of the reference.

Otras Recomendaciones:

Utilice un espacio después de los puntos y después de los dos puntos. Utilice guión en los modificadores compuestos: “razón señal-ruido.” Evite los gerundios, como “Utilizando (1), el potencial fue calculado.” [No está claro quién o qué se utilizó en (1).] Escriba entonces, “El potencial fue calculado utilizando (1),” o “Utilizando (1), calculamos el potencial.”

Utilice un cero antes de puntos decimales: “0.25,” no “.25.” Utilice “cm3,” no “cc.” Indique las dimensiones de muestra tales como “0.1 cm” no “0.1.” La abreviatura para “segundos” es “s,” no “sec” ni “seg”. No mezcle abreviaturas ni ortografías completas de las unidades: utilice “A/m2” o “Amperes por metros cuadrados,” no “Amperes/m2.” Cuando exprese un rango de valores, escriba “7 a 9” o “7-9,”

El diseño de página debe mantenerse de manera consistente a lo largo del trabajo.

Las figuras que se ubiquen en disposición apaisada deben orientarse correctamente. El borde inferior de la figura apaisada se coloca próximo al margen derecho del documento que está orientado en posición vertical.

Se debe evitar que enumeraciones, tablas y figuras queden divididas entre varias páginas.

La numeración de las páginas debe resultar legible y sobria.

**Al generar cada versión de un informe, se recomienda releer el trabajo completo, procurando detectar inconsistencias, faltas de claridad, u otros errores. Suele ser muy conveniente pedir a una persona ajena al tema que lea el informe, y señale los párrafos que resultaron de difícil comprensión.**

Documentación en formato electrónico.

Excepto expresa indicación en contrario, los envíos de información definidos como “Documentos en Formato Electrónico” (DFE) se llevarán a cabo por medio de mensajes de correo electrónico enviados a una cuenta que será especificada por la cátedra

Para facilitar la correcta identificación y tratamiento de los mensajes, éstos deberán consignar en forma exacta, en el campo de “asunto”, únicamente la secuencia de caracteres

ITBA-Proyecto Final *xxxx*

donde el texto xxxx, mostrado a manera de ejemplo, debe ser sustituido por el título del proyecto, precedido de un espacio en blanco. Entre “ITBA” y “Proyecto Final” se inserta un guion (-). Debe haber un espacio entre “Proyecto” y “Final”.

En general, todos los documentos que se adjunten, incluyendo imágenes de formularios firmados, deberán presentarse en formato *pdf*.

Apéndice II: Recomendaciones de Estilo y Errores Frecuentes.

Estas recomendaciones de estilo son de la autoría de Andrés Carlos Rodríguez.

Las características del Informe de Proyecto Laboral hacen necesario puntualizar algunas recomendaciones de estilo[[1]](#footnote-2).

Lenguaje y estructuras coloquiales

Un informe no es una transcripción de una conversación, ni tampoco es el parlamento de un orador que narra una historia. Ciertos términos y giros del idioma, que pueden ser apropiados para la comunicación verbal, no son aceptables en un informe escrito.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El rendimiento del nuevo producto debe superar al del modelo anterior. | El nuevo producto debe ser al menos un poco mejor que el modelo anterior. |
| Existen en el mercado reguladores de tensión para distintas potencias. | Los reguladores de tensión vienen de distintas potencias. |
| Se emplean algunos componentes discretos, tales como[[2]](#footnote-3) capacitores y resistores. | Se emplean algunos componentes discretos como ser capacitores y resistores |
| Por medio de un sensor se enciende y apaga la iluminación de la oficina. | Por medio de un sensor se prende y apaga la luz de la oficina. |
| Un pequeño programa, conocido como “demonio”, controla la impresora. | Un demonio controla la impresora. |
| El instalador conecta los equipos mediante cables blindados. | El instalador cablea los equipos. |
| El técnico conecta el equipo a la red y da por finalizado el proceso de puesta en marcha. | El equipo se enchufa a la red, y listo. |
| Se trata de un modelo de bajo costo. | Es un modelo barato. |

Uso coherente de mayúsculas en expresiones y nombres compuestos.

Al referirse a métodos, productos o cargos, debe emplearse siempre una misma convención en cuanto al uso de mayúsculas.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El Gerente de Producto… | El gerente de Producto… |
| El gerente de producto… | El Gerente de producto… |
| El Algoritmo Genético Multivariable… | El algoritmo Genético multivariable… |
| Un algoritmo genético multivariable… | Un Algoritmo genético multivariable… |

Modo de hacer referencia a personas, empresas e instituciones

Se deben mantener las mismas palabras, y adoptar una convención en cuanto al uso de mayúsculas. Por ejemplo, referirse siempre a “el alumno”, “la Empresa”, “la Universidad”, “el Cliente”.

En el caso de una empresa puede emplearse el nombre propio de ésta. En tal caso, la primera mención detallará la razón social completa, y puede emplearse la abreviatura oficial en las menciones subsiguientes.

Por ejemplo,

PSM Corp. es una corporación cuya sede central está radicada en los Estados Unidos de América. La sigla proviene de “Precise Scientific Measurements”, que fue el nombre elegido por sus fundadores en 1962.

PSM Argentina (en adelante PSM) es un sociedad anónima que opera en la República Argentina desde 1979, y es una subsidiaria de PSM Corp.

Las instalaciones de PSM en la Provincia de Buenos Aires incluyen un importante laboratorio certificado que brinda servicios de…

En el caso del ITBA, debe tenerse presente que se trata de una Universidad y no de una “facultad”. En otras universidades existen unidades organizativas llamadas “facultades”, dirigidas por un decano, y que dependen del rector. En el ITBA no existen “facultades” sino “escuelas”.

Uso exagerado de estilo impersonal.

Si bien los informes técnicos enfatizan la descripción de hechos desde una perspectiva impersonal, en ciertos casos no es posible despersonalizar completamente la exposición.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El proceso de inducción incluyó un viaje de entrenamiento a Lima. | Se viajó a Lima. |
| El alumno aprendió sobre Unix. | Se aprendió sobre Unix. |
| El alumno programó esta subrutina en lenguaje Python. | Esta subrutina se programó en Python. |

Cambio de la persona gramatical.

Si el estilo elegido es impersonal, se deben evitar párrafos en los que el autor se dirige al lector como si se tratara de una conversación grupal. Tampoco se debe adoptar un tono exageradamente personal y subjetivo.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo falló reiteradamente. Pudo observarse que la unión era defectuosa. | El dispositivo falló reiteradamente. Ahora podemos observar que la unión ... |
| El método presenta un error que puede resultar en … | Si tenemos en cuenta el error del método, resulta que … |
| El teorema de Shannon-Hartley muestra un aspecto importante de la teoría… | Sabemos que el Teorema de Shannon-Hartley muestra un aspecto… |
| La tarea asignada fue muy desafiante y dejó enseñanzas valiosas. | Me interesó mucho la tarea que me asignó mi supervisor y que me dejó grandes enseñanzas. |

Uso de términos supuestamente “cultos”

Algunos términos como “cual”, y “realizar”, que no son tan frecuentes en el lenguaje coloquial, son usados a veces como si se quisiera revestir de formalidad un texto que no la tiene. Sin embargo, el resultado no es el buscado: el documento perderá claridad y parecerá escrito de un modo artificialmente afectado.

En lugar de “cual”, casi siempre es preferible emplear “que”. Por su parte, el verbo “realizar” no siempre puede ser utilizado como reemplazo de “hacer”. En algunos casos puede emplearse la expresión “llevar a cabo”.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Se emplea un LED que emite luz roja… | Se emplea un LED, el cual emite luz roja… |
| … hicieron un esfuerzo adicional... | … realizaron un esfuerzo adicional. |
| … hizo un comentario…. | … realizó un comentario... |
| …realizaron una inspección en el lugar. |  |

Pertenencia y posesión

En muchos casos, los verbos “tener” y “poseer[[3]](#footnote-4)” resultan prácticamente intercambiables, por lo que “poseer” resulta frecuentemente elegido para evitar repeticiones y, en menor medida, por considerarse un término más refinado. Sin embargo, cuando se trata de relaciones o características, “poseer” no es sinónimo de “tener”. En este caso, si se desea evitar repeticiones, pueden emplearse las expresiones “cuenta con” o “incluye”.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El sistema tiene funciones avanzadas. | El sistema posee funciones avanzadas. |
| La empresa cuenta con 50 empleados. | La empresa posee 50 empleados. |
| La batería tiene una vida útil limitada. | La batería posee una vida útil limitada. |
| … incluye un cálculo preciso de ... | … posee un cálculo preciso de... |

En otros casos se emplean construcciones que denotan pertenencia o posesión cuando en realidad se intenta dar una referencia al origen de una persona o de un producto.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| …ingeniero graduado en el ITBA… | …ingeniero del ITBA… |
| Los conectores usados en Europa… | Los conectores de Europa… |
| … un router fabricado por Cisco. | … un router de Cisco. |

Uso de mayúsculas en siglas

Las siglas que provienen de abreviaturas deben escribirse en mayúsculas, aunque en la práctica se las use informalmente como sustantivos.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El circuito trabaja con varios LED[[4]](#footnote-5). | El circuito trabaja con varios led. |
|  | El circuito trabaja con varios Leds. |
|  | El circuito trabaja con varios LEDS. |

Caso de ciertas palabras que se abrevian en el uso coloquial

Algunos términos y expresiones suelen abreviarse en el uso coloquial, pero no pueden ser alterados de la misma manera en documentos escritos

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Sony anunció un microprocesador que… | Sony anunció un micro que… |
| …crearon el software y el hardware de… | …crearon el soft y el hard de … |
|  | … crearon el S&H de … |

Uso del adjetivo como reemplazo de un sustantivo

Es frecuente, en el lenguaje coloquial, el empleo de adjetivos como versión abreviada de una expresión que cumple la función de un sustantivo. Esto no es apropiado en un informe escrito.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Se utilizó un nuevo circuito integrado… | Se utilizó un nuevo integrado que… |
| Este circuito impreso es muy complejo… | Este impreso es muy complejo… |
| … atenúa los sonidos graves… | … atenúa los graves… |

Uso de nombre de una disciplina como referencia a los objetos de su estudio

Es frecuente en el uso coloquial el empleo del nombre de una ciencia o disciplina para referirse a los objetos y temas que ésta estudia. Esto no es apropiado en un informe escrito.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Los componentes electrónicos elegidos brindan robustez al transmisor satelital. | El transmisor satelital emplea una electrónica robusta. |
| La nueva batería se basa en compuestos químicos producidos en China. | La nueva batería emplea químicos procedentes de China. |
| El diseño de los circuitos digitales del grabador resultó relativamente sencillo. | Fue sencillo desarrollar la lógica del grabador. |
| El mecanismo implementado logra un movimiento suave, preciso y veloz. | La mecánica implementada logra un movimiento suave, preciso y veloz. |

Voz pasiva y modos impersonales con referencia a varios objetos

Al emplear voz pasiva o un modo impersonal, debe prestarse atención a la concordancia de las expresiones en singular o en plural.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Se detectaron varios problemas[[5]](#footnote-6)… | Se detectó varios problemas… |
| Se conectaron tres módulos… | Se conectó tres módulos… |
| Se analizaron múltiples opciones. | Se analizó múltiples opciones. |
| Se recurrió a cinco proveedores. | Se recurrieron a cinco proveedores. |

Proximidad del modificador

Debe procurarse que los adjetivos o adverbios que modifican, respectivamente, a un sustantivo o a un verbo, se encuentren próximos a ellos. Esto puede presentar algunas dificultades cuando se emplean construcciones de varias palabras que toman el rol de un sustantivo o de un verbo.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| …el Control Automático de Nivel… | …el Control de Nivel Automático… |
| … desarrollo rápido de software… | … desarrollo de software rápido… |
| ... método optimizado para obtención de muestras al azar. | … método para obtención de muestras al azar optimizado. |
| … sensor infrarrojo de distancia… | … sensor de distancia infrarrojo… |

Uso incorrecto de las palabras “mismo” o “misma”.

Estas palabras indican igualdad: “Estos lápices son del mismo color”. Sin embargo, suelen emplearse como “punteros” para referir a objetos ya nombrados, quizá intentando no repetir una palabra. Cuando la referencia es unívoca, este uso es innecesario.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El amplificador controla la corriente que circula por su salida. | El amplificador controla la corriente que circula por la salida del mismo. |

En otros casos, cuando se trata de oraciones largas, la referencia resulta ambigua.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El sistema está manejado por un módulo especial, que contiene un procesador controlado por un programa grabado en un disco provisto con dicho módulo. | El sistema está manejado por un módulo especial, que contiene un procesador controlado por un programa grabado en un disco provisto con el mismo. |

En general, la repetición ocasional está permitida y hasta recomendada, con expresiones tales como “con dicho módulo”, “el módulo mencionado”, “el citado módulo”, y similares[[6]](#footnote-7).

Términos innecesariamente tomados del inglés

Hay algunas palabras en inglés que han adquirido un significado tecnológico propio, ya muy difundido y difícil de reemplazar. *Hardware*, *software*, *clock* (como referencia de tiempo en circuitos digitales) y *streaming*, son algunos ejemplos.

En aquellos casos en que sea inevitable utilizar un término en inglés, deberán emplearse caracteres inclinados (“*itálicos*” o bastardilla) sólo para la palabra afectada; no para los signos de puntuación que estuvieran contiguos.

Generalmente existen términos apropiados en español, y no hay motivos válidos para emplear los términos extranjeros, excepto por su uso cotidiano en la conversación.

Un caso agravado es la “castellanización” del término en inglés, convirtiéndolo en una especie de verbo. Si escribir “test” es innecesario porque existen en español palabras como “prueba”, “ensayo”, “examen” y otras similares; es aún menos aceptable usar supuestas derivaciones verbales como, por ejemplo, “testeo”.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Prueba, ensayo, examen | Test, testeo |
| Prueba, verificación | Check, chequeo[[7]](#footnote-8) |
| Configuración, puesta en marcha | Setup, seteo |

Se da el caso, además, de ciertos términos que suelen traducirse del inglés en forma errónea, aunque en cierto modo legitimada por la práctica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Término | Significado | Traducción Errónea |
| Proprietary | Exclusivo de un fabricante. No estandarizado; especial. | Propietario (Dueño / Owner) |
| Library | Biblioteca. Conjunto de programas de software con funciones relacionadas. | Librería (Venta de libros / Bookstore) |
| Embedded | Incrustado, incluido o integrado en un producto | Embebido (Empapado en líquido / Drenched) |

En los casos de “librería” y “embebido” puede aceptarse el empleo de estas palabras, siempre que en su primer uso sean escritas entre comillas y aclarando a continuación el significado que se les debe asignar en el contexto del informe.

Uso inapropiado de adjetivos

Los adjetivos permiten enriquecer las descripciones, pero no corresponde emplear superlativos o términos que denoten exageración; ni comparativos cuando no quede clara la referencia con la que se compara.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| …con un rendimiento destacado. | …con un rendimiento espectacular[[8]](#footnote-9). |
| … logra un movimiento veloz. | … logra una velocidad impresionante. |
| El proyecto presenta riesgos moderados. | El proyecto no es demasiado riesgoso. |
| … con mejoras frente al modelo LT. | … es mucho mejor[[9]](#footnote-10). |
| … de mayor brillo que una lámpara incandescente. | … de mayor brillo. |

Significado de la sigla PyME

La sigla PyME refiere a una categoría de empresas, que abarca a las pequeñas y medianas. Sin embargo, una empresa determinada no podría ser pequeña y mediana a la vez. Por lo tanto, una empresa no puede ser una PyME.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| TechPlus es una empresa mediana. | TechPlus es una PyME. |
| TechPlus se encuadra en el segmento de las PyME. | TechPlus se encuadra en el segmento de las PYMES. |

Uso innecesario de jerga y terminología técnica

El uso de jerga específica de una actividad está plenamente justificado en los casos en que aporta precisión y permite expresar en forma concisa un concepto. Pero, cuando no se conoce al interlocutor o al lector de un informe, no puede darse por descontado que esta persona maneje este vocabulario. No es inusual que el uso de jerga sea empleado por una persona como una manera velada de establecer su autoridad sobre el tema tratado, haciendo sentir al lector que el desconocimiento de los términos utilizados es muestra de su inferioridad. También, y especialmente en la comunicación verbal, el uso de jerga puede ser equiparado a un código que diferencia a los “iniciados” - que pueden interpretarlo - frente a los “legos” que no lo comprenden. En este sentido, parece sugerir la pertenencia a un grupo supuestamente selecto: una “hermandad” o cofradía.

Todas estas son razones para, justamente, evitar el uso de jerga y el empleo exagerado de términos técnicos en un informe que se orienta a un público no integrado por especialistas.

Una variante dentro del uso de jerga es el empleo del nombre o denominación propios de un producto como reemplazo del sustantivo que caracteriza su función.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| …emplea una interfaz USB marca FTDI. | …emplea un FTDI. |
| Se utilizó un procesador Intel Core i5. | Se utilizó un i5 – M3400. |
| Se corrigió la forma de onda de la señal. | Se redujo el ringing y el overshoot. |
| Se duplicó la cantidad de memoria. | Se añadió un SODIMM DDR3 2GB. |
| En 1973 IBM presentó un disco rígido contenido en una unidad sellada; su nombre informal era “Winchester”. | … IBM fabricaba los “Winchester”. |

Autorreferencias

Si bien en la redacción de un documento pueden emplearse referencias internas como una manera de conectar sus distintas secciones, en algunas oportunidades estas referencias no añaden valor y resultan en un “relleno” innecesario.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Según se expuso en la Sección IV, el sistema... | Según lo ya visto, el sistema… |
| El dispositivo funciona en forma pasiva. Su operación se basa en… | A continuación se presentará el funcionamiento del dispositivo que, como ya se dijo anteriormente, trabaja en forma pasiva. En el párrafo siguiente se explicará que su operación se basa en… |

Texto narrativo que describe la secuencia del propio informe.

Asimismo, deben evitarse los párrafos que, a manera de relato verbal, describen el desarrollo del informe sin aportar información ni valor alguno.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Esta sección presenta los resultados obtenidos… | Luego, en la sección siguiente, veremos los resultados obtenidos en las mediciones presentadas en los párrafos de la sección anterior, según lo planteado al comienzo del capítulo, y antes de … |

Uso de “tan” y de “cuan”

“Tan” es abreviatura de “tanto” y se emplea solamente cuando antecede a un adjetivo.

La expresión “qué tan” es incorrecta, y corresponde utilizar “cuán” en su lugar.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Tan así es… | Tal es así… |
| Tanto es así… | Tan es así… |
| Tan pesado era… |  |
| ¿Cuán nuevo es? | ¿Qué tan nuevo es? |

Uso del nombre de la unidad de medida para referirse a la magnitud física

Las expresiones derivadas de unidades de medida no son correctas para el uso formal.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Tensión eléctrica, corriente | Voltaje; Amperaje |
| Frecuencia | Ciclaje |
| Longitud, área | Metraje |
| Peso, densidad | Kilaje; gramaje |

Referencias de tiempo

Las referencias temporales deben estar basadas en fechas, y no deben guiarse por el momento en que se escribe el informe.

Por otra parte, los nombres de los meses y de los días se escriben en minúscula. Deben evitarse abreviaturas en las fechas y no añadir “el mes de“, o “el día” al nombrar meses y días de la semana. También debe emplearse una convención coherente en las referencias horarias, uso de minutos, etc.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| A comienzos de 2014 la Empresa inició la construcción de … | Hace quince meses la Empresa inició la construcción de … |
| A fines de julio de 2015, el proyecto registra un avance del 70%, que resulta compatible con la planificación original. | A la fecha del presente informe, el proyecto registra un avance del 70%, que resulta compatible con la planificación original. |
| Desde abril hasta junio se incorporaron cinco personas… | Desde abril hasta Junio se incorporaron cinco personas… |
| En abril se instaló la nueva turbina. | En el mes de abril se instaló la nueva turbina. |
| La tarde del viernes se destina a ordenar el laboratorio. | La tarde del día viernes se destina a ordenar el laboratorio. |
| Una sonda visitó Plutón en julio de 2015. | Una sonda visitó Plutón en julio del 2015. |
| Una sonda visitó Plutón en 2015. | Una sonda visitó Plutón en el 2015. |
| El láser fue creado en la década de 1960. | El láser fue creado en los ’60. |
| El personal de fábrica trabaja de 6 a 14. | El personal de fábrica trabaja de 6:00 a 2 PM |
| El turno se extiende entre las 8:30 y las 18:00. | EL turno se extiende entre las 8 y media y las 6. |

Expresiones “a base de”, “en base a”, “a nivel de”, “fácil de” y similares

Son expresiones erróneas que aparecen frecuentemente en la conversación, pero no son apropiadas para un informe escrito[[10]](#footnote-11).

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El reloj muestra un diseño innovador. | A nivel de diseño, el reloj es innovador. |
| La medición se basa en ondas emitidas… | La medición en base a ondas emitidas… |
| Un sensor basado en el efecto Doppler… | Un sensor a base del efecto Doppler… |
| … sobre la base del reglamento original… | … bajo la base del reglamento original… |
| El navegador es simple, y el usuario aprende rápidamente a manejarlo. | El navegador es fácil de usar |

Coherencia en el uso de tiempos verbales

Se debe procurar mantener la coherencia en los tiempos verbales. En general, un informe refiere a actividades ya desarrolladas, por lo que el tiempo pasado suele ser apropiado. Se pueden incluir tareas que continúan en el presente y proyecciones futuras, pero cuidando esta coherencia.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El sistema empleaba un sensor que, al fallar, activó la alarma. | El sistema empleaba un sensor que, al fallar, activa la alarma. |
| El trabajo se desarrolló en el verano y, como resultado, se repararon cinco plataformas. | El trabajo se desarrolló en el verano. Como resultado se reparan cinco plataformas. |
|  | El trabajo se desarrolla en el verano pasado y, como resultado, se repararán cinco plataformas. |

Referencias a la posición de párrafos, tablas y figuras en el informe

En el texto se hará referencia a las figuras y párrafos según su numeración, y no por su posición en el documento. La posición podría variar por cuestiones de diagramación o edición final, generando inconsistencias o faltas de claridad

Las figuras y tablas deben estar numeradas y llevar un epígrafe apropiado. Por ejemplo,

Figura 1 – Histograma de las potencias observadas

o

Tabla II – Comparación de las principales características mecánicas

En el caso de ecuaciones, se las numerará sobre el margen derecho.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| En la Fig.1 se muestra el histograma… | En la figura anterior se muestra… |
| En el punto 3.4 Resultados se presenta… | En la página siguiente se presenta… |
| La Tabla II enumera las principales… | Esta tabla enumera… |
| La ecuación [6] se resuelve… | La ecuación mencionada se resuelve… |

Uso innecesario o incorrecto de comas.

En ciertos casos, la coma coincidiría con una pausa en la lectura; pero en el texto escrito se usa para separar ítems de una enumeración, o para abrir y cerrar una aclaración.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Este equipo, diseñado en 1968, tiene una pantalla muy delicada y frágil. | Este equipo[[11]](#footnote-12), tiene una pantalla muy delicada y frágil. |
| Actualmente se usan componentes discretos para resolver esta dificultad. | Actualmente[[12]](#footnote-13), se usan componentes discretos para resolver esta dificultad. |
| Se utilizaron tornillos, remaches y clavos. | Se utilizaron tornillos remaches y clavos. |

Uso innecesario de dos verbos consecutivos en infinitivo

Generalmente no corresponde[[13]](#footnote-14) utilizar estas construcciones, excepto cuando se trata específicamente de desarrollar una capacidad que luego será aplicada en diversos momentos y contextos.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El sensor debe medir la tensión… | El sensor debe poder medir la tensión... |
| El jefe descartó reparar el equipo en un laboratorio cercano. | El jefe descartó poder reparar el equipo en un laboratorio cercano. |
| Al terminar el curso, el técnico debe poder reconocer diversas fallas en el momento en que éstas se produzcan. |  |

Formatos abreviados en fechas y otras expresiones

Las abreviaturas no siempre son necesarias y reducen la legibilidad del texto. Cuando alguna expresión larga deba ser usada muy frecuentemente en el documento, podrá escribírsela completa en la primera oportunidad, indicando entre paréntesis la sigla o abreviatura que se empleará en adelante.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| …ubicada en la Ciudad de Buenos Aires… | … ubicada en CABA… |
| El 19 de agosto de 1982… | El 19/8/82… |
| TechPlus es una sociedad anónima que recientemente abrió una sucursal en los Estados Unidos de América. | TechPlus es una S.A. que recientemente abrió una sucursal en EE.UU. |
| … el Banco Central de la República Argentina (BCRA) es la entidad… |  |

Referencias a recursos humanos

Al planificar una tarea suele recurrirse al concepto de “horas-hombre”, pero éstas no pueden “entregarse” como si se tratara de un insumo físico.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Incorporar al proyecto personal temporario con tarifa por tiempo. | La gerencia provee horas-hombre a los proyectos. |
| Incluir en el presupuesto 100 horas-hombre para tareas de instalación. | Se solicitó la devolución de las horas-hombre insumidas. |

Párrafos que comienzan con gerundios.

Es frecuente emplear incorrectamente un gerundio como comienzo de una oración[[14]](#footnote-15).

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El costo del producto debía ser reducido en un 10%, por lo que se eligió un material plástico … | Sabiendo que el costo del producto debía ser reducido en un 10%, se eligió un material plástico … |

Términos que tienen forma más corta en el género masculino.

Algunos términos[[15]](#footnote-16) se acortan sólo cuando están seguidos de un sustantivo de género masculino; pero no pueden abreviarse en otros casos.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| La primera prioridad… | La primer prioridad… |
| Después de veintiuna noches… | Después de veintiún noches… |

Cantidades, valores numéricos y unidades de medida

Las cantidades que no estén asociadas a una unidad de medida pueden, en general, expresarse en letras cuando son inferiores a 10, y en cifras cuando exceden este valor. Sin embargo, cuando se trate de valores relacionados o comparados, se emplearán cifras en ambos casos. Los casos de valores asociados a magnitudes y capacidades se expresarán en cifras seguidas de la unidad correspondiente.

Se deben emplear las unidades correspondientes al Sistema Métrico Legal Argentino (SiMeLA). En los casos en que la práctica de la industria exija el uso de unidades del sistema imperial u otros, se podrán emplear estas unidades, aclarando siempre entre paréntesis y a continuación el valor métrico correspondiente. La conversión deberá hacerse teniendo en cuenta la precisión apropiada para el tema en consideración.

Los valores relacionados con capacidades informáticas cuyos múltiplos se basan en potencias de 2 deberán emplear símbolos y leyendas apropiados.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| Se instalaron cuatro servidores. | Se instalaron 4 servidores. |
| Se instalaron 245 impresoras fiscales. | Se instalaron doscientas cuarenta y cinco impresoras fiscales. |
| La cantidad de alumnos inscriptos varía entre 8 y 15. | La cantidad de alumnos inscriptos varía entre ocho y 15. |
| La señal tiene una amplitud de 1 V. | La señal tiene una amplitud de un voltio. |
| El vehículo pesa 1300 kg. | El vehículo pesa 2900 libras. |
| El disco de 2.5 pulgadas (6.35 mm) es… | El disco de 2.5 pulgadas es … |
| El límite de 65 mi/h (105 km/h) es… | El límite de 65 mi/h (104.585 km/h) es… |
| La memoria de 1 GBy (230) permite… | La memoria de 1 GBy permite… |
| …un período de 4.5 μs. | …un período de 4500 ns. |
| El pulso dura desde 900 hasta 1100 ns. | El pulso dura desde 900 ns hasta 1.1 μs. |
| El pulso varía entre 10 ns y 10 ms. | El pulso varía entre 10 y 10.000.000 ns. |

Oraciones truncas

Es frecuente encontrar en algunos informes expresiones que, aparentemente, provienen de oraciones demasiado largas, que luego fueron divididas en dos o más partes sin prestar suficiente atención al resultado.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| La computadora, por medio de su sistema operativo, administra sus propios recursos de almacenamiento.  Puede emplear, a este efecto, varios sistemas de archivo, los que son independientes entre sí. | La computadora, por medio de su sistema operativo, administra sus propios recursos de almacenamiento, empleando varios sistemas de archivo que son independientes entre sí[[16]](#footnote-17). |
|  | La computadora, por medio de su sistema operativo, administra sus propios recursos de almacenamiento. Empleando varios[[17]](#footnote-18) sistemas de archivo que son independientes entre sí. |
|  | La computadora, por medio de su sistema operativo, administra sus propios recursos de almacenamiento empleando varios sistemas de archivo. Que son independientes entre sí. |

Orden en que se presentan asuntos en forma de secuencia

Deben evitarse expresiones coloquiales, o cambios en el inicio de las oraciones.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| En primer lugar, se calibró el sensor. Luego se procedió a tomar la muestra. | Primero se calibró el sensor. Después se tomó la muestra. |
| En primer lugar se calibró el sensor. En segundo lugar, se tomó la muestra… | En primer lugar se calibró el sensor. Al terminar, se tomó la muestra. |

Consistencia en las enumeraciones

Las enumeraciones deben mantener una característica gramatical común a todos los ítems presentados. Por ejemplo, éstos pueden ser sustantivos, verbos en infinitivo, adjetivos, oraciones completas, etc.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El programa debe ser:   * eficiente * confiable * - veloz | El programa:   * debe tener eficiencia * será confiable * su tiempo de ejecución debe ser menor a 10 ms. |
| El programa aportará:   * eficiencia * confiabilidad * velocidad |  |
| El programa:   * logrará una alta eficiencia, obtenida mediante el uso de un nuevo compilador. * permitirá verificar su confiabilidad mediante técnicas de simulación. * correrá con una velocidad que duplica la de la versión actualmente vigente. |  |
| El sistema   * mide las temperaturas, * calcula su promedio, * informa el resultado y * controla las alarmas. |  |

## Consistencia y ortografía económica

Las monedas se pueden escribir de cuatro maneras:

* Por su nombre (peso argentino, dólar estadounidense, euro). Este se escribe siempre en minúscula.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo tiene un costo de siete dólares estadounidenses | El dispositivo tiene un costo de 7 Dólares estadounidenses |
| El dispositivo tiene un costo de 7 pesos argentinos | El dispositivo tiene un costo de siete pesos Argentinos |

* Por su símbolo convencional ($, €). Este, en algunos casos, puede resultar ambiguo. En el caso en que se escriba el número con cifras, el símbolo puede preceder o suceder a la cifra, pero nunca debe reemplazar el punto decimal

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo tiene un costo de $ 7.50 | El dispositivo tiene un costo de 7$50 |
| El dispositivo tiene un costo de 7.50 $ |  |

* Por su código internacional (ARS, USD, EUR). Es el formato preferible ya que es inequívoco. Se escribe siempre en mayúsculas, y nunca debe utilizarse en conjunto con otra nomenclatura

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo tiene un costo de 7.50 USD | El dispositivo tiene un costo de $7.50 ARS |
| El dispositivo tiene un costo de ARS 7.50 | El dispositivo tiene un costo de $USD 7.50 |

* Con una nomenclatura que mezcla símbolos y letras. Esta nomenclatura es única para cada moneda (y no siempre está definida) y no se recomienda. Se muestra el caso del dólar estadounidense por su amplio uso a continuación

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo tiene un costo de 7.50 US$ | El dispositivo tiene un costo de 7.50 us$ |
| El dispositivo tiene un costo de US$ 7.50 | El dispositivo tiene un costo de U$S 7.50 |

Por último, en el caso de los prefijos, los prefijos k (kilo) y M (mega) pueden utilizarse en descripciones de monedas. Si las cantidades se escriben completas, no se deben utilizar símbolos

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| El dispositivo tiene un costo de 1.5 kARS | El dispositivo tiene un costo de 1k5 ARS |
| El dispositivo tiene un costo de MUSD 4 | El dispositivo tiene un costo de 500 millones USD |
| El dispositivo tiene un costo de 4 millones de dólares americanos | El dispositivo tiene un costo de $500 millones |
|  | El dispositivo tiene un costo de 500 millones de $ |

Otros errores habituales

La tabla siguiente muestra algunos errores habituales.

|  |  |
| --- | --- |
| Usos correctos | Usos Incorrectos |
| La empresa opera en Argentina desde… | La empresa opera en argentina desde… |
| El avión argentino IA-58 “Pucará”… | El avión Argentino IA-58 “Pucará”… |
| El usuario accede al sistema mediante… | El usuario accesa el sistema mediante... |
| La memoria consta de dos plaquetas. | La memoria consta en dos plaquetas. |
| Se pide al usuario que oprima… | Se le pide al usuario que oprima... |
| Los LED pueden estar preparados para montaje superficial (SMD), o para ser soldados en un circuito impreso con perforaciones. | Los LED pueden ser SMD o “thru hole”. |
| … está conectado mediante fibra óptica. | … está conectado vía FO. |
| El archivo ocupa hasta un terabyte. | El archivo ocupa hasta un tera. |
| Hay distintos tipos de motores eléctricos: … | Dentro de lo que es motores eléctricos, hay distintos tipos: …. |
| Se emplean varias piezas de software… | Se emplean varios softwares… |
| Con esos tomacorrientes y pulsadores… | Con esos enchufes y botones… |
| … tomar fotografías… | … sacar fotos … |
| Los equipos fueron revisados visualmente para detectar posibles componentes dañados. | Se revisaron los equipos visualmente, buscando componentes dañados físicamente. |
| La computadora incluye conectores USB | La computadora trae conectores USB. |
| Se envían al pistón unas señales que indican la posición que debe adoptar. | Se le dice al pistón el valor para que vaya a esa altura. |

1. En [www.rae.es](http://www.rae.es) se pueden consultar el Diccionario de la Lengua Española (DRAE) y el Diccionario Panhispánico de Dudas (DPD). [↑](#footnote-ref-2)
2. En las estrategias de ejemplificación se emplean conectores, a saber: “(como) por ejemplo” o “(tal) como”. Si se desea dar detalles, se emplea “a saber”. El DPD indica que la expresión “como ser” puede usarse para ejemplificar; pero generalmente se la considera no apropiada para documentos académicos. [↑](#footnote-ref-3)
3. Poseer, según el DRAE, es dicho de una persona, y significa “tener en su poder algo”. Por este motivo no puede aplicarse a sujetos que no sean personas. Tampoco puede aplicarse a objetos sobre los que no pueda existir posesión. [↑](#footnote-ref-4)
4. El DPD indica que, para el caso de los plurales, no debe añadirse “s” al final de las abreviaturas (por ejemplo, LEDs), aun cuando la abreviatura se pronuncie con ese sonido. [↑](#footnote-ref-5)
5. En los tres primeros casos se trata de voz pasiva con “se”. Por ese motivo debe haber concordancia (en género y número) entre el verbo y el objeto, que es el sujeto sintáctico. En el cuarto ejemplo no hay sujeto sintáctico, por lo que se lo considera impersonal y el verbo se conjuga en singular. [↑](#footnote-ref-6)
6. También se pueden utilizar pronombres demostrativos (este, ese, aquel), siempre con cuidado no generar ambigüedades. [↑](#footnote-ref-7)
7. La RAE ha aceptado algunos términos como “chequear” o “chequeado”, pero en general no se los considera apropiados para un texto formal o académico. [↑](#footnote-ref-8)
8. No se deben emplear adjetivos subjetivos en informes científicos o académicos. [↑](#footnote-ref-9)
9. En los dos últimos ejemplos se marca la importancia de definir cuál es la referencia contra la que se compara. [↑](#footnote-ref-10)
10. En otros contextos, la expresión “a base de” podría ser apropiada. Por el contrario, “en base a“ y “bajo la base de” son siempre incorrectas. Las expresiones “fácil de”, “duro de”, “costoso de” y similares no son erróneas, pero no son apropiadas para un texto académico. [↑](#footnote-ref-11)
11. Es erróneo emplear coma entre sujeto y verbo (“El alumno, sostiene un libro”) o entre verbo y complemento (…imprime, documentos.). Es correcto emplear la coma para indicar la supresión de un término: “En el aula hay un proyector. En el laboratorio, dos.”. [↑](#footnote-ref-12)
12. Este caso no es estrictamente incorrecto, aunque esta forma no es apropiada para un texto académico [↑](#footnote-ref-13)
13. Es un uso inapropiado pero no estrictamente incorrecto. [↑](#footnote-ref-14)
14. Comenzar una oración con gerundio no es incorrecto si se introduce un circunstancial (de modo, de causa, etc.) y luego se escribe la oración principal. Por ejemplo: “Considerando que el costo era crítico, se eligió…”. En cambio, sí es incorrecto cuando el gerundio es la palabra nuclear de la construcción que empieza con una mayúscula y termina con un punto. Por ejemplo, “Las clases cambian de horario. Comenzando a las 13.30 h.”

    Es un error común usar los gerundios para indicar posterioridad o consecuencia. Por ejemplo, “Aprobó el examen, ingresando así a la universidad.” [↑](#footnote-ref-15)
15. “bueno/buen”, “malo/mal”, “primero/primer”, etc. [↑](#footnote-ref-16)
16. La oración es muy larga y, al separarla en dos partes en forma descuidada, aparece el error descripto. [↑](#footnote-ref-17)
17. Esta oración, además de ser un desprendimiento inconexo de la anterior, muestra en su comienzo el uso incorrecto del gerundio “empleando”. [↑](#footnote-ref-18)