



Curso Online de  
**Células de carga y  
Transductores de fuerza**

*Diseño, fundamentos técnicos y aplicaciones prácticas en la industria.*

  
Iniciativas Empresariales  
*| estrategias de formación*

  
MANAGER  
BUSINESS  
SCHOOL

Tel. 900 670 400 - [attcliente@iniciativasempresariales.edu.es](mailto:attcliente@iniciativasempresariales.edu.es)  
[america.iniciativasempresariales.com](http://america.iniciativasempresariales.com)

Sede Central: BARCELONA - MADRID



Llamada Whatsapp  
(34) 601615098

# Células de carga y Transductores de fuerza

## Presentación

Las células de carga y los transductores de fuerza son dispositivos capaces de medir una carga o fuerza aplicada sobre los mismos mediante una señal eléctrica. La transformación se realiza por la deformación que sufre el dispositivo que arrastra a galgas (resistencias que cuando se deforman varían sus propiedades eléctricas) extensométricas adheridas en su superficie.

Este curso se centra en las células / transductores con galgas extensométricas resistivas por ser, con mucha diferencia, las de más amplia aplicación y precisión. Las técnicas que permiten el conocimiento de las células son multidisciplinarias, incluyen, además de las propias galgas extensométricas, conocimientos electrotécnicos sobre redes resistivas y la mecánica de sus materiales.

Revisa de forma novedosa y simple los fundamentos técnicos y los agrupa de una forma coherente permitiendo entender, seleccionar y diseñar sensores sin la necesidad de disponer de conocimientos profundos de cada técnica, conocimientos que se encuentran profusamente dispersos y entremezclados con la extensometría analítica con los que comparte fundamentos.

Las aplicaciones de este tipo de dispositivos son múltiples y muy variadas, además de la medida de cargas, sean fuerzas o pares de flexión o de torsión midiendo o limitando los mismos, pueden constituirse como sensores de presión, aceleración, inclinación, nivel de llenado, toma de contacto y otros más.

Aunque los primeros dispositivos se desarrollaron a principios del siglo pasado, se está experimentando un gran resurgimiento motivado por factores diversos: diseminación de las redes de comunicaciones de datos masivos o remotos, miniaturización de sensores, necesidad de aumentar la eficiencia de procesos industriales, agrícolas, ganaderos y de acuicultura, mayor conciencia de seguridad y eficiencia energética, así como el desarrollo de la robótica y medicina de la salud.

## La Formación E-learning

Nuestros cursos e-learning dan respuesta a las necesidades formativas de la empresa permitiendo:

1 La posibilidad de *escoger* el momento y lugar más adecuado para su formación.

2 *Interactuar* con otros estudiantes enriqueciendo la diversidad de visiones y opiniones y su aplicación en situaciones reales.

3 *Aumentar sus capacidades* y competencias en el puesto de trabajo en base al estudio de los casos reales planteados en el curso.

4 *Trabajar* con los recursos que ofrece el entorno on-line.

# Células de carga y Transductores de fuerza

## Objetivos del curso:

---

- Conocer el concepto de células de carga y transductores de fuerza, sus principales diferencias, así como su diseño y aplicación.
- Conocer los fundamentos de las galgas extensométricas resistivas adheridas.
- Analizar los fundamentos básicos de las redes resistivas que debe entender y manejar todo diseñador.
- Analizar los fundamentos de las redes resistivas implicadas en las células y transductores, así como de los transductores de deformación y sus aplicaciones.
- Analizar las características de los principales materiales utilizados para los cuerpos deformables de las células de carga y de los transductores de fuerza.
- Conocer los fundamentos de la tecnología de la mecánica de materiales enfocados a su aplicación.
- Analizar las deformaciones de los elementos básicos, viga a flexión, compresión y torsión que permiten diseñar todos o la mayoría de las formas.
- Conocer la aplicación de cada tipo de células, sus ventajas y límites.
- Conocer conceptos añadidos a las tecnologías para el diseño y toma fundamentada de decisiones.

“ Optimice sus procesos industriales con el uso inteligente de células de carga y transductores de fuerza ”

## Dirigido a:

---

- Ingenieros y técnicos de diseño, producción, mantenimiento e I+D+i que trabajen con sistemas de medición de fuerzas, cargas y deformaciones.
- Profesionales de control de calidad y metrología que necesiten comprender y aplicar tecnologías de sensores en sus procesos.
- Responsables de innovación y desarrollo de producto en sectores tradicionales como la industria manufacturera, automoción, ferroviario, aeronáutico, energético, sanitario o alimentario, así como los emergentes de desarrollo de robótica, optimización de procesos y su eficiencia energética.
- En general, para ingenieros, técnicos y responsables de calidad que buscan optimizar el diseño, selección y aplicación de células de carga y transductores de fuerza en proyectos industriales.

# Células de carga y Transductores de fuerza

## Estructura y Contenido del curso

El curso tiene una duración de 50 horas lectivas 100% online que se realizan a través de la plataforma e-learning de Iniciativas Empresariales que permite el acceso de forma rápida y fácil a todo el contenido:

### Manual de Estudio

8 módulos de formación que contienen el temario que forma parte del curso y que ha sido elaborado por profesionales en activo expertos en la materia.

### Material Complementario

En cada uno de los módulos que le ayudará en la comprensión de los temas tratados.

### Ejercicios de aprendizaje y pruebas de autoevaluación

para la comprobación práctica de los conocimientos adquiridos.

**Bibliografía y enlaces** de lectura recomendados para completar la formación.

## Metodología 100% E-learning



### Aula Virtual \*

Permite el acceso a los contenidos del curso desde cualquier dispositivo las 24 horas del día los 7 días de la semana.

En todos nuestros cursos es el alumno quien marca su ritmo de trabajo y estudio en función de sus necesidades y tiempo disponible.



### Soporte Docente Personalizado

El alumno tendrá acceso a nuestro equipo docente que le dará soporte a lo largo de todo el curso resolviendo todas las dudas, tanto a nivel de contenidos como cuestiones técnicas y de seguimiento que se le puedan plantear.



\* El alumno podrá descargarse la APP Moodle Mobile (disponible gratuitamente en Google Play para Android y la Apple Store para iOS) que le permitirá acceder a la plataforma desde cualquier dispositivo móvil y realizar el curso desde cualquier lugar y en cualquier momento.

# Células de carga y Transductores de fuerza

## Contenido del Curso

### MÓDULO 1. Células de carga y transductores de fuerza. Introducción

4 horas

Tanto las células de carga como los transductores de fuerza son elementos mecánicos capaces de medir una magnitud física, la fuerza. Lo realizan midiendo los pequeños cambios dimensionales -deformaciones- que las fuerzas aplicadas provocan sobre estos elementos mecánicos que incorporan sensores resistivos, galgas extensométricas adheridas a su superficie.

- 1.1. ¿Células de carga o transductores de fuerza?
- 1.2. Galgas extensométricas. ¿Gauge o Gage?
  - 1.2.1. Variación de la resistencia eléctrica por la deformación.
  - 1.2.2. Deformación axial de un elemento elástico.
  - 1.2.3. Deformación transversal de un elemento elástico.
  - 1.2.4. Galgas extensométricas, los pioneros.
- 1.3. Factor de galga.
- 1.4. Bandas extensométricas. Estructura.

### MÓDULO 2. Mercado, aplicaciones y desarrollos emergentes

2 horas

El sector de las galgas extensométricas, células de carga y transductores son sectores que, aunque desarrollados desde hace años, muestran un fuerte impulso arrastrados por nuevas necesidades de la sociedad, la eficiencia energética, nuevas normativas de seguridad, mejora de la calidad de la salud, acuicultura y agricultura inteligente, bienestar animal en explotaciones ganaderas, la robótica y por la mejor y más económica transmisión de datos de los nuevos sistemas de comunicaciones.

- 2.1. Galgas extensométricas: mercado y capacidad
  - 2.1.1. Galgas extensométricas: nuevos desarrollos.
- 2.2. Células de carga: mercado y capacidad.
- 2.3. Sectores tradicionales y emergentes.
- 2.4. Conclusiones.

## MÓDULO 3. Puente de Wheatstone y redes resistivas: fundamentos técnicos

6 horas

El puente de Wheatstone es un circuito eléctrico resistivo que permite medir pequeñas variaciones de resistencias eléctricas de una forma estable. Ampliamente utilizado es importante saber manejar los conceptos, implicaciones e incluso las diferentes nomenclaturas.

- 3.1. Pequeños cambios de resistencia. Puente de Wheatstone.
- 3.2. Redes resistivas de resistencias en serie (medio puente).
- 3.3. Redes resistivas en paralelo (puente completo de Wheatstone).
- 3.4. Equilibrado de un puente completo de Wheatstone.
- 3.5. Representación gráfica del puente completo de Wheatstone.
- 3.6. Sensibilidad de un puente de Wheatstone extensométrico.
- 3.7. Ajuste del cero del puente: equilibrado
  - 3.7.1. Equilibrado del cero con resistencias en serie.
  - 3.7.2. Equilibrado del cero con resistencias en paralelo.
  - 3.7.3. Equilibrado del cero midiendo la tensión.
- 3.8. Ajuste de la sensibilidad.
- 3.9. Compensación del puente por temperatura.
- 3.10. Ajuste integral de células de carga y transductores.
- 3.11. Detección de averías: puente abierto.
- 3.12. Detección de averías: caso real.

## MÓDULO 4. Materiales: fundamentos técnicos

6 horas

- 4.1. Materiales para transductores.
- 4.2. Metales usados en transductores:
  - 4.2.1. Aceros:
    - 4.2.1.1. Acero 51CrV4, F143.
    - 4.2.1.2. Acero 17-4PH.
    - 4.2.1.3. Otros aceros de interés.
  - 4.2.2. Aluminio.
  - 4.2.3. Incompatibilidad acero-aluminio.
- 4.3. Anexo de materiales: otras referencias.

## MÓDULO 5. Mecánica de materiales: fundamentos técnicos

12 horas

- 5.1. Principios e hipótesis (y simplificaciones).
- 5.2. Deformaciones elementales:
  - 5.2.1. Círculo de Mohr de tensiones.
  - 5.2.2. Casos de particular interés y su círculo de Mohr.
  - 5.2.3. Círculo de Mohr de deformaciones.
- 5.3. Distribución de tensiones en secciones planas:
  - 5.3.1. Tracción (compresión) simple.
  - 5.3.2. Barra en flexión.
  - 5.3.3. Barra en cortadura simple.
  - 5.3.4. Casos destacables de cortadura:
    - 5.3.4.1. Barra de sección rectangular,  $b \times h$ , en cortadura.
  - 5.3.5. Torsión.
- 5.4. Vigas, cargas, apoyos y tensiones: diagramas cortantes y momentos flectores
  - 5.4.1. Viga empotrada en voladizo sometida a una carga puntual: analogías.
  - 5.4.2. Viga sobre apoyos simples sometida a una carga puntual: analogías.
  - 5.4.3. Viga doblemente empotrada sometida a una carga puntual: analogías.
  - 5.4.4. Viga empotrada con extremo guiado: analogías.
- 5.5. Disco grueso sometido a carga axial: analogías.
- 5.6. Columna sometida a tracción / compresión: analogías.
- 5.7. Eje a torsión: analogías.
- 5.8. Anillo sometido a carga radial: analogías.
- 5.9. Cargas distribuidas.
- 5.10. Cargas descentradas.
- 5.11. Efectos indeseados.
- 5.12. Concentradores de tensión.
- 5.13. Transductores de deformación.
- 5.14. Conclusiones.

## MÓDULO 6. Análisis por elementos finitos: fundamentos técnicos

4 horas

- 6.1. Metodología para el diseño de células y transductores.
- 6.2. Características para la selección de un software de elementos finitos.
- 6.3. Recomendaciones y bibliografía de validación.

## MÓDULO 7. Diseño de células de carga y transductores de fuerza

14 horas

- 7.1. **Bulones de carga:**
  - 7.1.1. Bulones de carga galgas exteriores.
  - 7.1.2. Bulones de carga huecos. Galgas interiores.
  - 7.1.3. Bulones de pequeña relación de carga. Galgas en flexión.
  - 7.1.4. Bulones. Sensibilidad lateral.
  - 7.1.5. Bulones de carga. Requisitos - especificaciones.
- 7.2. **Células de carga en voladizo:**
  - 7.2.1. Células en flexión. Sensibilidad lateral.
- 7.3. **Células de columna.**
- 7.4. **Células de tracción/compresión de bajo perfil:**
  - 7.4.1. Células de tracción/compresión fondo cónico.
  - 7.4.2. Células de tracción / compresión, patente HBM.
  - 7.4.3. Células de tracción/compresión a cortadura.
- 7.5. **Células de tracción en “s”:**
  - 7.5.1. Células de tracción en “s”, variante anillo en cortadura.
- 7.6. **Células monoplato.**
- 7.7. **Células de par:**
  - 7.7.1. Células de par, estáticas o reactivas.
  - 7.7.2. Células de par dinámicas.
  - 7.7.3. Células de par con deformaciones en flexión.
- 7.8. **Células combinadas multieje.**
- 7.9. **Transductores de deformación:**
  - 7.9.1. Transductores de deformación incrustados.
  - 7.9.2. Transductores de deformación en superficie:
    - 7.9.2.1. Transductores en superficie de un eje.

## Células de carga y Transductores de fuerza

- 7.9.2.2. Transductores en superficie de dos ejes.
- 7.10. Desviaciones típicas de células de carga y transductores.
- 7.11. Rangos e incertidumbres y galgas.
- 7.12. Puentes de Wheatstone con seis conexiones.
- 7.13. Conclusiones.

### MÓDULO 8.

2 horas

Explicación de algunos conceptos específicos y frecuentes que conviene tener en cuenta sobre las células de carga.

# Células de carga y Transductores de fuerza

## Autor



### Javier Cuadrado

Ingeniero Industrial. Máster en Operaciones, Calidad e Innovación con amplia experiencia en la dirección de ingenierías de diseño y de producción, de I+D+i, de Ingeniería Industrial y áreas de Operaciones en empresas multinacionales y nacionales.

Especialista en Análisis por Elementos Finitos, es experto en el seguimiento, control y reducción de costes de producción, así como en la mejora de costes de productos a través del diseño y de los procesos de producción.

## Titulación

Una vez finalizado el curso el alumno recibirá el diploma que acreditará el haber superado de forma satisfactoria todas las pruebas propuestas en el mismo.

