

Vicerrectoría Académica

Guía para el Profesor

Ingeniería de Precisión



Índice

[Certificados 3](#_Toc100832556)

[¿Certificado o certificación? 3](#_Toc100832557)

[Certificado en Mecánica de precisión 4](#_Toc100832558)

[Competencia global del certificado 4](#_Toc100832559)

[Competencia del curso 4](#_Toc100832560)

[Metodología del curso 4](#_Toc100832561)

[Temario 6](#_Toc100832562)

[Bibliografía y recursos especiales 6](#_Toc100832563)

[Evaluación y agendas 7](#_Toc100832564)

[Notas de enseñanza 9](#_Toc100832565)

# Certificados

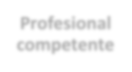
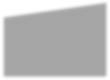
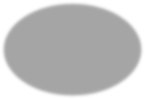
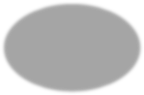
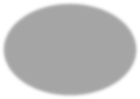
Para entender la importancia del curso del cual serás facilitador, es necesario ofrecer un contexto mayor sobre el programa de Certificados de la Universidad Tecmilenio, pues son parte medular del nuevo modelo educativo basado en el aprender haciendo y en brindar una experiencia educativa a la medida de los alumnos.

Un certificado es un programa académico corto compuesto de varias materias, embebido en la segunda mitad del plan de estudios de profesional, que busca desarrollar competencias muy específicas en el alumno y lo prepara para desempeñarse de la mejor manera en un empleo.

SABER + HACER + BIEN

Con este enfoque, buscamos en los egresados de profesional que además de saber (tener un conocimiento teórico), también sean capaces de hacer (tener la habilidad de realizar una tarea) y de saber-hacer (entender lo que se hace y tener la capacidad para hacerlo de la mejor forma).

En Universidad Tecmilenio, aprender haciendo significa que el participante cursará certificados en los que desarrolla competencias disciplinares de especialidad que son valoradas por el mercado laboral, convirtiéndose en un profesional altamente competente y elevando así su índice de empleabilidad.



**Competencias**

**laborales**

**Competencias**

**transversales**

**Competencias**

**disciplinares**

**Profesional**

**competente**

La mayoría de nuestros certificados se componen en promedio de cuatro materias, las cuales tienen un seguimiento lógico y terminan con un proyecto de gran calado y un alto nivel de complejidad (última materia). Una correcta realización del proyecto integrador demostrará el dominio de la competencia global declarada en cada certificado.

# ¿Certificado o certificación?

Es muy importante tener en claro que un certificado y una certificación son dos cosas distintas. Un certificado es un reconocimiento formal que otorga internamente la Universidad Tecmilenio a los estudiantes que demuestren haber aprobado las materias correspondientes, y adquirido la competencia global del certificado.

Por su parte, la certificación es también un reconocimiento, pero esta se obtiene a través de la acreditación de un curso específico del programa académico de la Universidad y aprobando un examen de suficiencia aplicado por una entidad acreditadora externa (mapas mentales, idiomas, uso de software, etc.).

Tu trabajo como docente facilitador de este curso es muy importante para nosotros. Gracias por aportar tu conocimiento y experiencia en la impartición de este certificado. A continuación, podrás revisar información detallada del curso que impartirás.

# Certificado en Mecánica de precisión

El certificado de Mecánica de precisión se compone de tres cursos, con la siguiente progresión:



Como se puede apreciar, este curso de Ingeniería de Precisión es el primer curso del certificado de Mecánica de precisión. Por lo mismo, es importante que como facilitador verifiques que tus estudiantes hayan aprobado los cursos anteriores, pues de no haberlo hecho se podrá ver afectado el aprovechamiento académico de este curso.

## Competencia global del certificado

Al finalizar el certificado de Mecánica de precisión, el participante deberá haber desarrollado y adquirido la siguiente competencia global, en toda su extensión:

Utiliza métodos y herramientas tecnológicas avanzadas de la ingeniería de precisión para el diseño, fabricación y medición/inspección dimensional de componentes mecánicos, así como de los productos que se construyen con dichos componentes.

## Competencia del curso

La competencia específica que el participante habrá de obtener al aprobar satisfactoriamente el curso de Ingeniería de Precisión es la siguiente, en toda su extensión:

Aplica los fundamentos de la ingeniería de precisión, así como las técnicas y tecnologías utilizadas para la especificación de la precisión, la metrología de componentes de precisión, el diseño de herramentales necesarios para los procesos, y la integración de sensores y actuadores para la fabricación de piezas de precisión.

# Metodología del curso

En este curso de Ingeniería de Precisión se revisarán 15 temas divididos en tres módulos. En cada tema, el participante encontrará:

* Una breve explicación del tema que ayudará al estudiante a ampliar su conocimiento.
* Una serie de lecturas y videos obligatorios para una mejor comprensión de los temas.
* Una lista de lecturas y videos recomendados para complementar el estudio del tema.
* Una práctica no evaluable que servirá para repasar los conceptos abordados en el tema.
* Una tarea o actividad de aprendizaje (evaluable) cuyo propósito es aplicar y experimentar con los conceptos estudiados.

A lo largo del curso, el participante debe trabajar en lo siguiente (semestral):

* 15 actividades
* 1 avance de evidencia
* 1 entrega final de evidencia

Para tetramestral, el participante debe trabajar en:

* 3 actividades
* 1 avance de evidencia
* 1 entrega final de evidencia

**Actividades**

Las actividades deben enviarse a través de la plataforma educativa en la fecha indicada.

**Evidencia**

El proyecto final (evidencia) de este curso consiste en diseñar una carcasa para una placa Arduino, así como el sistema de sujeción para el maquinado y verificación de la carcasa. A través de ella el participante demostrará la capacidad de aplicar los conocimientos y habilidades que obtendrá a lo largo de los temas revisados en el curso. Es importante revisar la agenda del curso, pues la mayoría de las evidencias requiere entregas de avances que los alumnos tienen que realizar conforme avanza el periodo académico.

Tanto tú como los participantes podrán encontrar información sobre la evidencia dentro del curso, siguiendo esta ruta:

Mi curso > Inicio > Evidencia, como se muestra enseguida:



**Nota:** Es de suma importancia que enfatices en los participantes guardar todos los trabajos y productos que generen durante el

curso (actividades, tareas, evidencias). Esto les servirá para conformar un portafolio personal de proyectos, así como para la elaboración de su proyecto integrador (último curso del certificado). Para ello, se te solicita colocar un aviso en la plataforma educativa (sección Anuncios), tomando como referencia el siguiente texto:

“Estimado participante, recuerda guardar siempre una copia digital de todos los trabajos, actividades y evidencias que realices en tus cursos. Contar con estos documentos te será de utilidad especialmente para dos fines:

1. Conformar un portafolio personal de proyectos, que te servirá como un medio importante para enriquecer tu proyección profesional.
2. Poder elaborar el proyecto integrador de tu certificado (última materia).

Por lo tanto, asegúrate de respaldar todos tus documentos localmente en un disco duro (computadora + USB flash drive), y de preferencia también almacenarlos en la nube (servicios como Dropbox y Google Drive)”.

# Temario

Los temas que se abordarán en este curso de certificado son los siguientes:

1. Conceptos fundamentales
2. Especificación de la precisión
3. La especificación geométrica de los productos
4. Especificación utilizando GD&T: fundamentos
5. Especificación utilizando GD&T
6. Interpretación de planos utilizando GD&T
7. Fundamentos de metrología
8. Metrología con instrumentos manuales
9. Metrología con instrumentos de precisión
10. Máquinas y herramentales: calibradores
11. Máquinas y herramentales: aditamentos de sujeción
12. Máquinas y herramentales: aditamentos de sujeción inteligentes
13. Líneas de producción transfer y sistemas flexibles de manufactura
14. Metrología en líneas de producción
15. Diseño de aditamentos inteligentes

# Bibliografía y recursos especiales

El libro de texto que deberán adquirir los participantes es el siguiente:

* Oberg, E. (2020). *Machinery's Handbook* (31st Ed.). USA: Industrial Press. ISBN: 978-0-8311-4031-1
* Krulikowski, A. (2018). *The 2018 Ultimate GD&T Pocket Guide: Based on ASME Y14.5-2009* (2nd Ed). USA: SAE International. ISBN: 978-1-4686-0164-0
* Oberg, E. (2020). *Machinery's Handbook Guide* (31st ed.). USA: Industrial Press. ISBN: 9780831143312
* Tornincasa, S. (2021). *Technical Drawing for Product Design: Mastering ISO GPS and ASME GD&T*. USA: Springer. ASIN: ‎ B08P2SQVHM

# Evaluación y agendas

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera (semestral):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Unidades | Instrumento Evaluador | Puntaje |
| 15 | Actividades | 60 |
| 1 | Evidencia | 40 |
| Total | | 100 puntos |

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

|  |  |
| --- | --- |
| Agenda | |
| Actividades | Puntaje |
| Actividad 1 | 4 |
| Actividad 2 | 4 |
| Actividad 3 | 4 |
| Actividad 4 | 4 |
| Actividad 5 | 4 |
| Actividad 6 | 4 |
| Actividad 7 | 4 |
| Actividad 8 | 4 |
| Avance 1 evidencia | 5 |
| Actividad 9 | 4 |
| Actividad 10 | 4 |
| Actividad 11 | 4 |
| Actividad 12 | 4 |
| Actividad 13 | 4 |
| Actividad 14 | 4 |
| Actividad 15 | 4 |
| Evidencia final | 35 |
| Total | 100 |

Para el caso de tetramestral la estructura es la siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Unidades | Instrumento Evaluador | Puntaje |
| 3 | Actividades | 45 |
| 1 | Avance 1 evidencia | 25 |
| 1 | Evidencia final | 30 |
| Total | | 100 puntos |

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Agenda | | |
| Actividades | Tema | Puntaje |
| Actividad 1 | Tema 4 | 15 |
| Actividad 2 | Tema 10 | 15 |
| Avance 1 evidencia | | 25 |
| Actividad 3 | Tema 14 | 15 |
| Evidencia final | | 30 |
| Total |  | 100 |

Banner

Estimado profesor, no olvides capturar las calificaciones de tu grupo en las fechas indicadas. Puedes ver un manual para capturar calificaciones siguiendo esta ruta en MiTec:

* MiTec  TEC Apps  Mis Herramientas de Trabajo  BANNER Tecmilenio Manuales Docentes

Si impartes clase de manera presencial, puedes ver un manual para capturar inasistencias siguiendo esta ruta en MiTec:

* + MiTec  TEC Apps  Mis Herramientas de Trabajo  BANNER Tecmilenio Manuales

Captura de pantalla de computadora

Descripción generada automáticamente

# Notas de enseñanza

Antes de impartir el curso, por favor revisa de manera general los datos y conceptos proporcionados en el mismo, con el fin de detectar y, en su caso, poder actualizar y/o enriquecer previamente la información específica al tiempo en que se está impartiendo el curso.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo de los temas es tu involucramiento como facilitador para propiciar que la competencia del curso se cumpla. Además, debes preparar a los participantes para que vayan desarrollando propuestas de soluciones innovadoras a problemas actuales propios del área de estudio.

Enseguida puedes revisar las notas de enseñanza generales y por tema para este curso.

|  |
| --- |
| Generalidades |
| Para la impartición de este curso se sugiere:   1. Revisar con tiempo la lista de entregables y la agenda en Banner para saber en qué temas y semanas se deben realizar las actividades. 2. Revisar el manual de Canvas para conocer las mejores formas de mantener una comunicación constante y efectiva con los estudiantes, despejar dudas y motivarlos. Puedes ver un tutorial de la plataforma en esta liga: <https://www.youtube.com/watch?v=N_eDOLzwqiI&list=PLxtBF8TpS7EOUGaZ2vemmF8rUc47dPlGW&index=24> 3. Revisar periódicamente el foro de dudas en Canvas para resolver las preguntas e inquietudes de los participantes acerca de las actividades y la evidencia. 4. Motivar al alumno a participar y realizar sus actividades a tiempo. 5. Proveer retroalimentación constante de las actividades que realizan los participantes. 6. Elaborar una agenda y subirla a la plataforma para que los participantes puedan visualizar de manera esquemática los temas y actividades que deberán revisar cada semana. |

|  |
| --- |
| Generalidades |
| 1. Recordar (opcionalmente) a los participantes acerca de las entregas de sus actividades por medio de la sección de Avisos de Canvas. 2. Enriquecer el curso con videos o lecturas adicionales. |

|  |
| --- |
| Tema 1 |
| Objetivo:  Presentar la disciplina de ingeniería de precisión, su evolución e importancia. Comprender el concepto de capacidad de proceso.  Notas para la enseñanza del tema:  La ingeniería de precisión se ha convertido en un área de suma importancia para la industria. Dado que cada vez más se requiere de piezas de mayor precisión.  En este primer tema es importante mostrar (de preferencia en laboratorio) un torno, CNC, CMM y/o alguna otra máquina dedicada para el maquinado de piezas. También se debe explicar acerca de la cuarta transformación industrial y las mejoras que esto implica en la industria de precisión.  Por último, se debe explicar acerca del concepto de Six Sigma y enfocarse en dar ejemplos de su uso en la industria. En este tema se debe explicar, por medio de ejemplos prácticos, el cálculo de las diferentes capacidades de proceso.  Notas para la actividad:  En esta primera actividad, los participantes deberán buscar los principales fabricantes de máquinas de precisión (CNC y CMM) de las principales empresas a nivel internacional. Es importante que busquen diferentes empresas, sobre todo en México.  Para la parte 2, se expone una tabla con diferentes datos del maquinado de una pieza. Es importante que el alumno se identifique con el proceso y asimile que se trata de un evento que sucede comúnmente en el ámbito industrial. La tabla está pensada para que se obtenga una curva normal, pero no centra en la media. Es decir, los valores de las capacidades de procesos no serán los ideales. Previamente, se debe explicar al alumno qué valores de capacidad de proceso son los ideales y qué significan estos valores, es decir, qué repercusiones tiene en el proceso a analizar.  Los datos pueden variarse para obtener diferentes conclusiones. |

|  |
| --- |
| Tema 2 |
| Objetivo:  Analizar la importancia de las tolerancias. Aplicar estándares para la asignación de tolerancias en distintas aplicaciones. Evaluar los ajustes de ensambles a partir de la acumulación de tolerancias.  Notas para la enseñanza del tema:  Esta actividad es de suma importancia y deberás procurar que quede entendido a través de diversos ejemplos. Para esto deberás discutir sobre la importancia de asignar tolerancias para garantizar el desempeño de un producto. También debes explicar y dar ejemplos de los cálculos de las tolerancias para ejes y agujero. En la parte de cojinetes, es importante revisar si las capturas de pantalla están actualizadas. Esto debido a que cada cierto tiempo se actualiza la página.  Notas para la actividad:  Para esta actividad se le solicita al alumno realizar dos ejercicios sobre cálculo de tolerancia. Por lo que es importante que se expliquen ejemplos previos de cómo resolver estos ejercicios. |

|  |
| --- |
| Tema 3 |
| Objetivo:  Especificar las características de un producto a través de planos de fabricación. Especificar tolerancias de una pieza utilizando métodos convencionales.  Notas para la enseñanza del tema:  La meta es que el participante comprenda la especificación de dimensiones y tolerancias en un plano. Se debe explicar de manera detallada los conceptos básicos de GD&T. En los temas consecutivos se explicará más a detalle, por lo que es importante dar las bases sobre el GD&T. Se sugiere hacer una comparación con las tolerancias tradicionales. |

|  |
| --- |
| Tema 3 |
| Notas para la actividad:  Para esta actividad, el alumno deberá dar la mayor cantidad de información posible en términos del GD&T, lo cual fue explicado en el tema. Se debe instar al alumno a ser ordenado y claro en la descripción de las tolerancias, así como en las conclusiones. Se espera que el docente sea capaz de explicar un ejemplo de cómo se debe describir de manera básica un plano en términos de la GD&T. |

|  |
| --- |
| Tema 4 |
| Objetivo:  Especificar las características dimensionales de una pieza utilizando tolerancias geométricas.  Notas para la enseñanza del tema:  Se recomienda repasar el manual corto de GD&T que se usa como libro del curso.  Se pueden usar casos industriales (planos), cuidando de aislar áreas específicas para facilitar la comprensión de los temas. Sería de mucha ayuda para el alumno observar varios casos de cada uno de los temas tratados.  Notas para la actividad:  Es importante que los alumnos se acostumbren a entregar sus tareas en reportes de manera limpia, clara y ordenada. En el enunciado se indican los elementos que deben incluirse. El profesor puede ser más específico. |

|  |
| --- |
| Tema 5 |
| Objetivo:  Aplicar tolerancias geométricas para relacionar a una entidad geométrica con otra.  Notas para la enseñanza del tema:  Es importante indicar la ambigüedad que hay cuando se utilizan solo tolerancias de tamaño bilateral (por ejemplo) para tratar de establecer la relación entre entidades geométricas.  Se debe explicar cómo las tolerancias geométricas disminuyen las restricciones sobre las geometrías, permitiendo que los procesos de fabricación sean menos estrictos y abatiendo costos.  Esto se puede ver a través del concepto de Condición de Máximo Material, que permite tolerancias más amplias a medida que el material de la pieza real es menor. Es necesario aclarar que el uso de esta especificación no es para todas las aplicaciones.  Apoyarse en el manual para dar la explicación del manejo de cada uno de los símbolos de GD&T.  Notas para la actividad:  Para esta actividad se hará uso del concepto de condición de máximo material. Se insta a tener las respuestas de las tablas previamente para que los alumnos puedan corroborar sus respuestas. Para la última parte, se debe considerar el orden y la manera de explicar el procedimiento, este debe ser de manera clara y concisa. |

|  |
| --- |
| Tema 6 |
| Objetivo:  Interpretar las especificaciones de un plano de una pieza para diseñar los pasos generales de fabricación y el plan de inspección.  Notas para la enseñanza del tema:  Lo que se busca en este módulo es que el alumno practique con el lenguaje del GD&T, y que analice el efecto que las tolerancias tienen sobre el proceso de fabricación e inspección de la pieza. La meta es que desarrolle habilidades de interpretación de planos, y que comprenda cómo impactan a la fabricación, a la función de las piezas y a la inspección.  Sería conveniente dedicar un tiempo a revisar de manera general las geometrías que se pueden construir con los procesos de fabricación de piezas más comunes en la industria.  Explicar el orden de fabricación: procesos con moldes, maquinados y tratamientos térmicos, inspección. Notas para la actividad:  El objetivo de la actividad es que el alumno aprenda a interpretar planos donde se involucren términos de GD&T. Se sugiere formar equipos y entregar planos diferentes para su interpretación. De ser posible se sugiere fabricar estos aditamentos. |

|  |
| --- |
| Tema 7 |
| Objetivo:  Describir lo que es la metrología y sus principales metas. Plantear los diferentes tipos de error (aleatorio y sistemático) y analizar posibles causas dado un proceso particular.  Notas para la actividad:   1. Hacer ver al participante que las fuentes de los errores pueden ser tanto los procesos de fabricación como el proceso de medición. 2. Discutir cuáles son las fuentes más probables y las posibles soluciones. |

|  |
| --- |
| Tema 8 |
| Objetivo:  Explicar el manejo de instrumentos manuales básicos para la medición de características importantes de un producto terminado. Documentar la calidad de un producto a partir de la medición de sus características más importantes.  Notas para la enseñanza del tema:  Es importante enfatizar la importancia de la metrología, que es la de documentar la calidad de un producto a través de un proceso estructurado de medición. Es decir, no solo es importante la medición, sino la documentación que se hace a partir de esta.  Hay que explicar que las variaciones en la medición son normales y que es importante que la persona que está realizando una medición busque continuamente controlar los errores de su medición.  Notas para la actividad:  La calidad del reporte es muy importante, como documento de la tarea de metrología.  1. Convendría discutir con el grupo al final cuáles son las fuentes más normales de variación que observaron y cuáles serían las prácticas recomendadas para reducir estas variaciones. |

|  |
| --- |
| Tema 9 |
| Objetivo:  Analizar las capacidades de sistemas basados en máquinas de coordenadas para medir fuera de línea, y sistemas en línea como los de visión, y contrastar con mediciones hechas con sistemas manuales (vernieres, micrómetros, calibradores) en términos del costo, velocidad y precisión de la operación de medición.  Notas para la enseñanza del tema:  Contrastar las áreas de aplicación de cada tipo de instrumento y sus capacidades como se discutió en las preguntas.  Hay que explicar que la preparación de medición con CMM es tardada (hay que programarlas) y en el caso de los sistemas de visión es dura (están enfocados en una medición particular en línea). Se pueden reprogramar para otras geometrías, pero lleva tiempo hacer esta programación.  Resaltar la importancia para los modernos sistemas de información. |

|  |
| --- |
| Tema 10 |
| Objetivo:  Comprender la importancia de los herramentales. Diseñar calibradores pasa-no pasa para aplicaciones particulares.  Notas para la enseñanza del tema:  Explicar cómo se asignan las tolerancias a los diferentes lados de los calibradores.  En los primeros temas vimos acerca de capacidad de proceso Cp. Por lo tanto, para este tema se puede dar un ejemplo con un histograma de un proceso de fabricación de piezas, y cómo afecta el uso de calibradores mal diseñados reduciendo el valor de Cp. El propósito de esto es relacionar los temas iniciales con los finales.  Notas para la actividad:  Enfatizar en la importancia de una buena documentación.  Los resultados del diseño son únicos una vez que se haya establecido la magnitud de las tolerancias de fabricación y desgaste.  Hay que aclarar que el diseñador debe acordar con el usuario las especificaciones de desempeño del calibrador. |

|  |
| --- |
| Tema 11 |
| Objetivo:  Analizar la importancia de los herramentales para la calidad de un proceso y como industria. Diseñar aditamentos de acuerdo con reglas establecidas.  Notas para la enseñanza del tema:  El diseño de aditamentos es un arte. La recomendación es que se instruya a los estudiantes en las siguientes cuestiones:   1. Seguir las recomendaciones de diseño. 2. Revisar las características del aditamento y analizar críticamente cómo cumple con las funciones deseadas. 3. Contrastar contra otros diseños. En igualdad de circunstancias (desempeño esperado) escoger el más barato.   Notas para la actividad:  Esta es una actividad que el instructor puede adaptar, proporcionando una pieza de su elección para realizar la tarea o utilizar una pieza de previas actividades. Revisar de acuerdo con las recomendaciones del procedimiento de diseño que se discuten en el desarrollo del tema.  Guiar al alumno en la actividad al proporcionarle los datos necesarios para realizar la actividad. |

|  |
| --- |
| Tema 12 |
| Objetivo:  Analizar los aditamentos inteligentes. Explicar el uso de aditamentos con actuadores y sensores para operaciones automáticas.  Notas para la enseñanza del tema:  El concepto del diseño de aditamentos inteligentes es similar al de los aditamentos normales. Se sugiere revisar casos en los que se vean los actuadores, los sensores y se discuta la forma de accionamiento.  Notas para la actividad: |

|  |
| --- |
| Tema 12 |
| Es un ejercicio de diseño, por lo que puede haber diferentes opciones. Se sugiere que se discutan en grupo algunas propuestas de diseño para contrastar cualidades de los diseños.  Proporcionar los siguientes datos para la actividad:   1. Planos de fabricación e inspección de una pieza. 2. Características del centro de maquinado en que se realizará la fabricación de esta. 3. Características de la máquina de CMM en que se realizará la inspección. |

|  |
| --- |
| Tema 13 |
| Objetivo:  Analizar los componentes de los sistemas de manufactura automatizados.  Notas para la enseñanza del tema:  Hay que explicar que las familias de partes tienen procesos de fabricación similares (pasos y máquinas similares) como principal característica. Por razones de manejo de las piezas, es deseable que tengan también tamaño y geometría similares.  Hay que explicar que las celdas de manufactura son el núcleo básico de los FMS y RMS. Enfatizar las habilidades y conocimientos necesarios para diseñar aditamentos:   * Tolerancias geométricas. * CAD, CAE. * Diseño mecatrónico.   Notas para la actividad:  Explicar las características de los diferentes sistemas de la celda de manufactura (sujeción, transporte, procesado, inspección).  Explicar cómo las diferentes tecnologías permiten manejar piezas de ciertas tolerancias. |

|  |
| --- |
| Tema 14 |
| Objetivo:  El objetivo de este tema es analizar algunos tipos de sensores que se utilizan para hacer mediciones y monitorear el estado de la línea de producción. En particular, se analizarán las capacidades de estos sensores, así como los dispositivos que se requieren para que dichos sensores puedan realizar su función.  Notas para la enseñanza del tema:  Distinguir las capacidades de cada uno de los sensores para las funciones específicas:   * Metrología, medición en línea. * Monitoreo del estado de la línea.   Discutir los equipos que se requieren para acondicionar la señal de los sensores.  Notas para la actividad:  Se sugiere que esta actividad comience a la par con actividades anteriores, esto en caso de que el tiempo de ejecución sea demasiado corto. Es importante que el alumno revise diferentes opciones para la banda transportadora. También se debe enfocar la atención en la creación de los planos con sus respectivas tolerancias geométricas. Para el maquinado puede utilizarse una impresora 3D o CNC. |

|  |
| --- |
| Tema 15 |
| Objetivo:  Diseñar aditamentos automáticos que permitan verificar la posición de una pieza antes de ser sujetada. Identificar sistemas que permitan guardar información respecto al estado de la pieza montada en el aditamento.  Notas para la enseñanza del tema:  El enfoque ahora es en el sistema que permite transportar a la parte junto con su aditamento entre las diferentes estaciones. El pallet debe tener sistemas para sujetarse y guiarse en el sistema de transporte y las estaciones de trabajo.  Notas para la actividad:  Esta actividad es la continuación de la anterior. Se sugiere que se implemente el sistema paletizado, es decir, que el alumno lo realice de forma física. Es importante que se presente el diseño de este sistema junto con sus planos, de manera ordenada y precisa. También, se debe acompañar al alumno en cada etapa de estas dos actividades. |