

GUIA DE PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN COMPLEXIVO

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

*DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
ELECTRÓNICO INDUSTRIAL*

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL



JUNIO 2016

**COMISIÓN DE EXAMEN COMPLEXIVO DE
LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**



ÍNDICE

Tabla de contenido

1. Introducción	2
1.1 Definición de Examen Complexivo.....	2
1.2 Naturaleza del Examen de Grado de Carácter Complexivo	2
1.3 Modalidad de Examen de Grado de Carácter Complexivo	2
1.4 Preparación para el Examen de Grado de Carácter Complexivo	3
2. Indicaciones Generales	3
2.1 Cronograma.....	3
3. Evaluación y Aprobación	3
3.1 Temáticas a evaluar y eventos de actualización	4
3.2 Preguntas tipo examen	7
4. Bibliografía:	15
5. Contactos	15



1. Introducción

1.1 Definición de Examen Complexivo

Es una evaluación teórico con un alto nivel de exigencia académica diseñado en correspondencia con el perfil de egreso de la carrera en Ingeniería Electrónica y Control. Este examen no pretende ser un cuantificador del nivel de memoria del estudiante, sino más bien permite evidenciar el nivel crítico y analítico del egresado al enfrentar problemas relacionados a su formación.

1.2 Naturaleza del Examen de Grado de Carácter Complexivo

El Examen de Grado busca evaluar el objetivo de aprendizaje definido en el perfil de egreso de la Carrera en Ingeniería en Electrónica y Control:

- Planificar, diseñar y construir la automatización de procesos de producción de plantas industriales, agroindustriales, sistemas de transporte, conversión de energía, bioingeniería, sistemas de seguridad y supervisión de empresas, fábricas y edificios con sentido ético, proyección social y gestión empresarial.
- Formular, desarrollar, implementar y fiscalizar proyectos de automatización multidisciplinarios, autosustentable, tendiente a dar soluciones con sentido social a los problemas que en el campo están presentes en nuestro medio, sea como consultor o empresario.
- Analizar, diseñar y aplicar el control de sistemas dinámicos, servomecanismos, máquinas eléctricas, manipuladores de robots, utilizando teorías y técnicas modernas de control, tecnología electrónica digital y analógica, redes de comunicación, informática y sistemas inteligentes, a fin de asimilar e incorporar los cambios científico-técnicos.
- Planificar, supervisar, diseñar y construir instalaciones eléctricas, cableado estructurado e instalaciones industriales con criterios de calidad, seguridad y funcionalidad.
- Planificar, seleccionar, contrastar, diseñar e implementar la instrumentación para sistemas de control, sistemas industriales, sistemas de seguridad, electro-medicina en empresas, fábricas, hospitales, edificaciones, con criterios de seguridad, calidad y confiabilidad.

1.3 Modalidad de Examen de Grado de Carácter Complexivo

El Examen de Grado está conformado por un evento de evaluación. El evento de evaluación estará conformado por 100 preguntas de selección múltiple con una sola respuesta correcta.



1.4 Preparación para el Examen de Grado de Carácter Complexivo

El Examen de Grado requiere del mismo tiempo de preparación que el exigido en las otras formas de titulación.

La Carrera proporcionará al estudiante eventos de actualización y tutorías por 40 horas.

2. Indicaciones Generales

Para dar cumplimiento con la normativa del CES la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica ha desarrollado el cronograma descrito en la Tabla 2.1.

2.1 Cronograma

Tabla 2.1 Cronograma de Actividades del Examen Complexivo

ACTIVIDAD	FECHA
Evento de Información:	Jueves 23 de junio, 11:00.
Eventos de actualización	Del 07 de julio de 2016 hasta el 06 de agosto del 2016
Rendición del Examen:	11 de agosto de 2016 (8:00-12:00)
Paso de notas del 1er. Examen:	25 de agosto de 2016
Entrega de solicitud de Recalificación hasta:	1 de septiembre de 2016
Cierre	12 de septiembre de 2016

Los requisitos y normativa también se encuentran disponibles en la dirección electrónica <http://www.fie-eqn.net/> y en la secretaria de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Control.

3. Evaluación y Aprobación

Las preguntas serán de selección múltiple con una sola opción válida. El examen contemplará una duración de 4 horas y deberá ser aprobado con una nota mínima de 14,00 puntos sobre 20,00.

En caso de que el estudiante no esté de acuerdo con la nota obtenida podrá solicitar la recalificación del examen en un plazo máximo de 5 días laborables, contados a partir del conocimiento de la nota, mediante una solicitud dirigida al decano de la Facultad.

En caso de que un estudiante no apruebe el primer examen complexivo, podrá rendir un segundo examen por una sola vez, en las fechas definidas en el cronograma.



3.1 Temáticas a evaluar y eventos de actualización

Todas las temáticas a evaluar se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Temáticas a Evaluar.

ASIGNATURAS	TÓPICOS
INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	<ul style="list-style-type: none">Definiciones en instrumentación.Acondicionamiento de Señales.Medidas, medidores y sensores de temperatura, presión, nivel, flujo, caudal, humedad y presencia.Elementos finales de control.Seguridad en equipos.Diagrama de instrumentos y tuberías (P&IDs).
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL	
SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO	<ul style="list-style-type: none">Análisis de la respuesta en tiempo continuo y discreto.Estabilidad y lugar geométrico de las raíces en tiempo continuo y discreto.Diseño de compensadores y controladores en tiempo continuo y DiscretoControladores PID's para sistemas en tiempo continuo y discreto.Transformada Z.Teorema de muestreo.Equivalentes discretos.Introducción y descripción de los procesosAnálisis de procesos / plantaTécnicas y algoritmos de control en procesos industrialesArquitectura de sistemas de control de procesos moderno.Estrategias de Control ModernasCasos reales de control de procesos
SISTEMAS DE CONTROL DISCRETO	
CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES	
ELECTRÓNICA DE POTENCIA	<ul style="list-style-type: none">Dispositivos semiconductores de Potencia.Convertidores AC-AC monofásicos.Convertidores AC-DC monofásicos, trifásicos de 3 y 6 pulsos, análisis de ondas.Protección de semiconductores de potencia contra sobretensión, sobrecorriente, sobrevoltaje. Redes supresoras (Snubber).Modelo real del convertidores AC/DC y su operación, retardo en la conmutación.Convertidores AC/DC de 12 y 24 pulsos, convertidores duales y ciclo convertidores, topologías y análisis.Convertidores AC/DC de 12 y 24 pulsos duales monofásicos y trifásicos.Convertidores DC/DC. Estudio y análisis de las topologías básicas (reductor, elevador, elevador/reductor). Componentes magnéticos usados en convertidores DC/DC. Convertidores DC/DC aislados (Forward y Flyback).Convertidores DC/AC. Estudio y análisis de las topologías básicas (toma central en la fuente, push-pull, puente). Técnicas de control y reducción de armónicos en convertidores DC/AC.
CONVERSORES ESTATICOS	
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

	<ul style="list-style-type: none">• Conversores DC/AC. Estudio y análisis de las topologías básicas Técnicas de control.• Convertidores resonantes• Sistemas eólicos, sistemas fotovoltaicos, Redes eléctricas inteligentes y Sistemas híbridos• Almacenamiento de energía• Conceptos básicos de máquinas para el control• Control de máquinas DC• Control de máquinas AC
CONTROL INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none">• Diagramas y simbología.• Aparatos de maniobra: Switchs, relés y temporizadores.• Contactores.• Diseño de circuitos de control. Mandos básicos: RS, SR, Marcha – Paro.• Arranque de motores trifásicos de inducción: Y-Delta, por resistencia estática, por resistencia rotórica y por autotransformador.• PLCs y programación: FBD, SFC y Ladder.• Protección de motores.
REDES INDUSTRIALES	<ul style="list-style-type: none">• Estructura Jerárquica de las redes industriales.• Modelo OSI de comunicaciones.• Componentes de Red (Repetidor, Puente, Router, etc).• Medios de transmisión guiados y no guiados• Interface de comunicación serial EIA/TIA-232 e EIA/TIA-485• Protocolos Modbus, OPC, DNP3 e IEC60870-5.• Protocolos de capa de internet: TCP/IP y UDP/IP• Ethernet Industrial: Ethernet/IP, Ethernet Powerlink.• Redes de área local virtuales, VLAN.• CANBus, DeviceNet y ControlNet.• Redes Profibus y Redes ProfiNet.• Protocolos HART y AS-interface.• Tecnologías inalámbricas. Radio, Microondas
ANALISIS DE CIRCUITOS ELECTRICOS I ANALISIS DE CIRCUITOS ELECTRICOS II	<ul style="list-style-type: none">• Circuitos resistivos• Métodos de análisis• Análisis senoidal en estado estable (dominio del tiempo y de la frecuencia)• Circuitos acoplados magnéticamente• Circuitos ajustables.• Análisis de circuitos trifásicos asimétricos y simétricos• Medición de potencia en circuitos trifásicos• Análisis de respuesta completa en el dominio del tiempo• Análisis de respuesta completa en el dominio de la frecuencia compleja• Función de red• Diagramas de función de red• Cuadripolos e interconexión



En la Tabla 3.2 se muestra el cronograma de los eventos de actualización.

Tabla 3.2 Eventos de Actualización

ASIGNATURA	FECHA	HORARIO	PROFESOR	AULA
Análisis de circuitos eléctricos I	7 de Julio 2016	17h-20h	MSc. Alicia Carabalí	Q/E 502
Análisis de circuitos eléctricos II	8 de Julio 2016	17h-20h	MSc. Andrés Cela	Q/E 502
Electrónica de potencia	14 de Julio 2016	17h-20h	MSc. Leonardo Ortega	Q/E 502
Control Automático	15 de Julio 2016	17h-20h	PhD. Jackeline Abad	Q/E 502
Control Discreto	23 de Julio 2016	08h-12h	MSc. Marco Herrera	Q/E 502
Control de Procesos	21 de Julio 2016	17h-20h	PhD. Paulo Leica	Q/E 502
Instrumentación Electrónica	22 de Julio 2016	17h-20h	MBA. Ana Rodas	Q/E 502
Convertidores Estáticos	20 de Julio 2016	17h-21h	MSc. Nelson Sotomayor	Q/E 304
Instrumentación Industrial	28 de Julio 2016	17h-20h	MSc. Carlos Imbaquingo	Q/E 502
Control de Máquinas	29 de Julio 2016	17h-20h	PhD. Marcelo Pozo	Q/E 502
Redes Industriales	30 de Julio 2016	08h-12h	MSc. Silvana Gamboa	Q/E 502
Control Industrial	6 de Agosto 2016	08h-12h	MSc. Christian Tasiguano	Q/E 502



3.2 Tutorías

Las tutorías permitirán resolver las dudas de los estudiantes sobre los contenidos de las diferentes temáticas, las tutorías se realizarán de acuerdo a la siguiente tabla.

ASIGNATURA	Profesor	HORARIO DE TUTORIA	OFICINA
Análisis de circuitos eléctricos I	MSc. Alicia Carabalí	Lunes 10h00 -12h00 Viernes 14h00 -16h00	QE-211
Análisis de circuitos eléctricos II	MSc. Andrés Cela	Lunes a Viernes: 14:00 - 16:00	E-203
Electrónica de potencia	MSc. Leonardo Ortega	Lunes 11:00 - 13:00	E-108
Control Automático	PhD. Jackeline Abad	Viernes 14:00 - 16:00	QE-211/E-205
Control Discreto	MSc. Marco Herrera	Martes y Jueves: 14:00 - 16:00	QE-210
Control de Procesos	PhD. Paulo Leica	Martes: 15:00 – 17:00	E-104
Instrumentación Electrónica	MBA. Ana Rodas	Miércoles:14:00-16:00	Lab. de Instrumentación 6to piso de Química Eléctrica
Convertidores Estáticos	MSc. Nelson Sotomayor	Martes: 7:00 - 9:00	QE-210
Instrumentación Industrial	MSc. Carlos Imbaquingo	Jueves: 16:00 - 18:00	QE-211
Control de Máquinas	PhD. Marcelo Pozo	Miércoles:14:00-16:00	E-108
Redes Industriales y SCADA	MSc. Silvana Gamboa	Viernes: 7:00 - 9:00	Lab. de Instrumentación 6to piso de Química Eléctrica
Control Industrial	MSc. Christian Tasiguano	Martes: 14:00 - 16:00	E-111
Ejercicios EP y Convertidores	Ing. Santiago Chaglla	Jueves: 14:00 – 16:00	E-107

3.3 Preguntas tipo examen

El examen contiene preguntas de selección múltiple de solución única. Cada pregunta consta de un enunciado y cuatro opciones (A, B, C, D). Sólo una de estas opciones responde correctamente la pregunta. El estudiante debe seleccionar la respuesta correcta y marcarla en su **hoja de respuestas** rellenando el óvalo correspondiente a la letra que identifica la opción elegida.

A continuación se desglosan algunas preguntas tipo examen.



Pregunta 1: La expresión booleana que corresponde a la salida Q3 es:



- A. $Q3 = (P1.Q3) \overline{P2}$
- B. $Q3 = (P1.Q3) + \overline{P2}$
- C. $Q3 = (P1 + Q3) \overline{P2}$
- D. $Q3 = (P1 + P2) Q3$

Respuesta: C

Justificación: Las entradas de la compuerta OR se suman y este resultado junto con P2 negado son las entradas de la compuerta AND cuya salida es el producto de sus entradas.

Pregunta 2: La placa de un contactor trifásico tiene los siguientes datos: 10Hp, 220 V, AC3. Se desea comandar un motor monofásico de 220 voltios con el mismo contactor. Para que éste funcione correctamente, la potencia del motor deberá ser:

- A. Mayor
- B. Menor
- C. Igual
- D. Depende de la frecuencia

Respuesta: B

Justificación: Porque un motor monofásico de igual voltaje nominal que un trifásico consume mayor corriente a igual potencia, por lo que para mantener la corriente nominal del contactor la potencia del motor monofásico debe ser menor.

Pregunta 3: En un motor trifásico de inducción comandado por un switch manual de cuchillas. ¿Tiene sentido utilizar un relé térmico para protección?

- A. No tiene sentido
- B. Si tiene sentido
- C. El switch manual ya incorpora las protecciones
- D. Depende de la potencia del motor

Respuesta: A

Justificación: Porque los contactos del relé térmico no actúan sobre el circuito de fuerza, sino en el circuito de control automático por lo que no tienen sentido utilizarlos en un mando manual.



Pregunta 4: Seleccione el instrumento que mide humedad.

- A. Célula de Cloruro de Litio
- B. Pirani
- C. Acelerómetro
- D. Paleta Rotativa

Respuesta: A.

Justificación: La Célula de Cloruro de Litio mide humedad, el Pirani mide presión de vacío, el Acelerómetro mide la aceleración de las vibraciones y el de Paleta Rotativa detecta nivel de sólidos.

Pregunta 5: Se tiene un amplificador operacional en configuración de comparador. El voltaje de polarización es ± 10 [V], en la entrada inversora se aplica un voltaje de 9 [V] y en la no inversora un voltaje de 12 [V]. ¿Cuál es valor de la Salida?

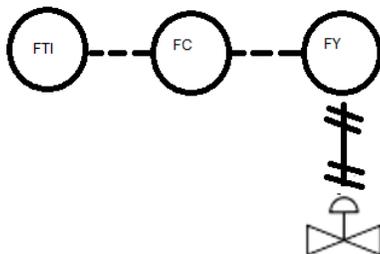
- A. -10 [V]
- B. +10 [V]
- C. +9 [V]
- D. +12[V]

Respuesta: B

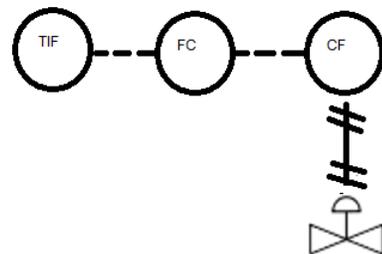
Justificación: En la configuración de comparador un amplificador operacional compara el valor de las dos entradas. Si el voltaje de la entrada no inversora es mayor que el de la inversora la salida será el voltaje positivo de polarización y viceversa.

Pregunta 6: Usando la norma ISA 5.1 y 5.3 elija el gráfico que represente un trasmisor indicador de flujo de tipo eléctrico ubicado en campo, el cual envía la señal a un controlador de flujo de tipo eléctrico quien controla a una válvula neumática mediante un I/P.

A.

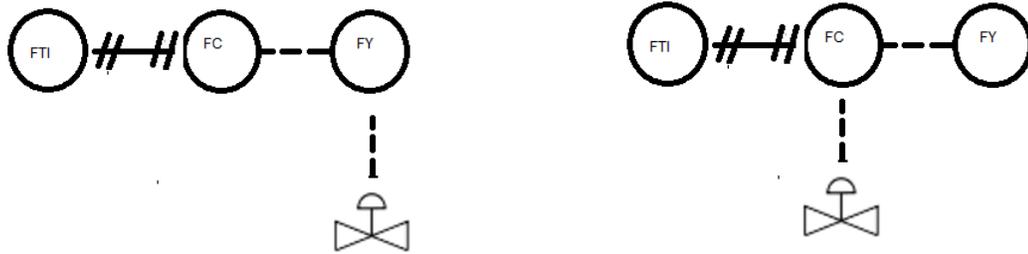


B.



C.

D.



Respuesta: A

Justificación: La opción **B** es incorrecta, TIF no es un transmisor indicador de flujo y CF no es un I/P. La opción **C** es incorrecta, el transmisor indicador de flujo (FTI) tiene salida eléctrica y no neumática, y la válvula a ser controlada es neumáticamente. La opción **D** es incorrecta, la válvula neumática esta comandada por una señal eléctrica. La opción **A**: la secuencia es correcta y los elementos tienen sus entradas y salidas adecuadas.

Pregunta 7: Considerando que para cada capa del modelo OSI se han definido ciertas funciones específicas. ¿Con qué capas del modelo OSI no trabajan las redes digitales industriales?

- A. La capa de aplicación
- B. La capa de transporte
- C. La capa de enlace de datos
- D. La capa física

Respuesta: B

Justificación: Porque los datos industriales no se generan en grandes cantidades, comparado con los que generan las redes administrativas; por lo mismo, no se requiere segmentar los datos.

Pregunta 8: Jerárquicamente una red debe preferentemente dividirse en capa de acceso, capa de distribución y capa core. Los buses I/O industriales pertenecen a la capa de:

- A. Acceso
- B. Distribución
- C. Core
- D. Pueden estar en cualquier capa.

Respuesta: A

Justificación: La capa de acceso es la que permite la conexión de los dispositivos que pertenecen a una red.

Pregunta 9: Los transmisores de corriente preferentemente trabajan dentro de un rango dinámico de:



- A. 0 a 20 [mAac]
- B. 4 a 20 [mAac]
- C. 0 a 20 [mAdc]
- D. 4 a 20 [mAdc]

Respuesta: D

Justificación: Los transmisores de corriente industriales trabajan preferentemente con corriente continua dentro de los límites de 4 a 20 [mAdc].

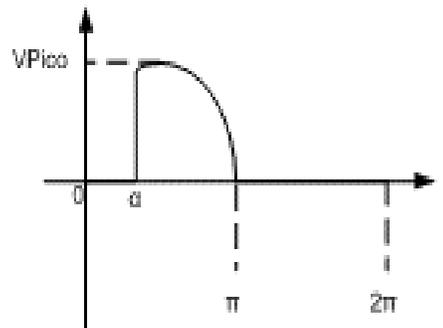
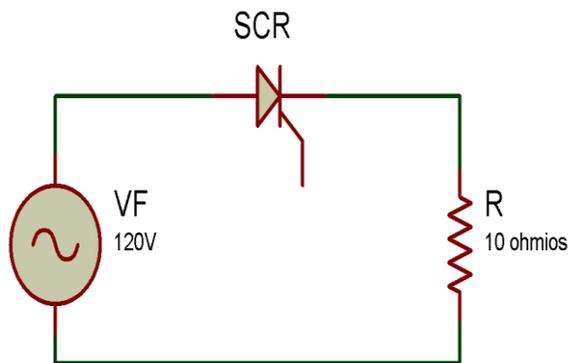
Pregunta 10: Un transistor bipolar de juntura es un dispositivo de 3 capas, y puede trabajar en corte y saturación. ¿De qué manera se lo puede controlar?

- A. Por medio de un voltaje senoidal en la base del transistor referido al colector.
- B. Por medio de un voltaje en la base referido al emisor.
- C. Por medio de una corriente en la base referido al colector.
- D. Por medio de una corriente en la base referido al emisor.

Respuesta: D

Justificación: Si bien se aplica un voltaje a la base referido al emisor del transistor bipolar el control se lo realiza por medio de la corriente.

Pregunta 11: En el circuito de la figura el ángulo de disparo α que permite obtener un Voltaje Medio (Vdc) sobre la carga de 40.51 [V] es:



- A. Alfa " α " = 60°
- B. Alfa " α " = 90°
- C. Alfa " α " = 120°
- D. Alfa " α " = 180°

Respuesta: A

Justificación: Para determinar el ángulo α , es necesario recurrir a la expresión que permite calcular el voltaje medio (Vdc).



$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt$$

Para este caso $T = 2\pi$, $V(t) = \sqrt{2} * 120 * \sin wt$, $V_{dc} = 40.51$ V:

$$V_{dc} = 40.51 = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} * 120 * \sin(wt) d(wt)$$

$$40.51 = \frac{\sqrt{2} * 120}{2\pi} (-\cos wt)_{\alpha}^{\pi}$$

$$40.51 = \frac{\sqrt{2} * 120}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

$$\alpha = 60^{\circ}$$

Pregunta 12: Un convertidor DC/DC aislado indirecto (flyback) con fuente de alimentación de $E=13.8$ [VDC] trabaja con una relación de trabajo $D=0.7$. El número de espiras en el primario $N1 = 100$ espiras; en el secundario $N2 = 50$ espiras. La carga es una resistencia de $R=100$ [Ω]. ¿Cuál es el valor de la corriente media en la fuente E ?

- A. $I_{dc} = 350$ [mA]
- B. $I_{dc} = 214$ [mA]
- C. $I_{dc} = 187$ [mA]
- D. $I_{dc} = 150$ [mA]

Respuesta: C

Justificación: Se cumple que la Potencia de Entrada es igual a la Potencia de Salida entonces:

$$P_{in} = P_{out}$$

$$E * I_{dc} = V_o * I_{out}$$

Además se conoce la expresión para el Voltaje en la salida:

$$V_o = E \left(\frac{N2}{N1} \right) \left(\frac{D}{1-D} \right)$$

$$V_o = 16.1$$

$$I_{out} = \frac{V_o}{R}$$

$$I_{out} = 16.1 \text{ mA}$$



$$I_{dc} = \frac{V_o \cdot I_{out}}{E}$$

$$\Rightarrow I_{dc} = 187 \text{ [mA]}$$

Pregunta 13: La ecuación diferencial representa a un sistema de lazo abierto $\frac{dy}{dt} + y(t) = r(t)$, la realimentación de este es unitaria. ¿Cuáles son los valores característicos de la respuesta transitoria y en estado estable del sistema?

- A. $M_p=10\%$; $t_s=10$ [s]; $E_p=10\%$
- B. $M_p=0\%$; $t_s=2$ [s]; $E_p=50\%$
- C. $M_p=10\%$; $t_s=10$ [s]; $E_p=10\%$
- D. $M_p=0\%$; $t_s=10$ [s]; $E_p=0\%$

Respuesta: B

Justificación: Para realizar el análisis de la respuesta en el tiempo se requiere la función de transferencia, al aplicar la transformada de Laplace con condiciones iniciales nulas de se tiene:

$$sY(s) + Y(s) = U(s)$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = G(s) = \frac{1}{s + 1}$$

Se obtiene la función de transferencia de un sistema de primer orden por lo tanto M_p por definición es cero ($M_p=0\%$) y se sabe también que presenta un Error de Posición (E_p) diferente de Cero, por lo que la opción **D** queda descartada.

Por lo que es necesario calcular el valor de E_p :

$$E_p = \frac{1}{1 + k_p}; \quad k_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$$

$$k_p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s + 1} = 1$$

$$E_p = \frac{1}{1 + 1} = 0.5 = 50\%$$

Como el Error de posición que presenta el sistema es $E_p=50\%$, la opción correcta es la **B**.

Pregunta 14: Dado el sistema $G(s) = \frac{2}{s+1}$, con realimentación unitaria. Se requiere diseñar un controlador de la familia PID ($G_c(s)$) tal que el Error de Posición sea menor al 5%

- A. $G_c(s) = \frac{s+1}{s+2}$
- B. $G_c(s) = 3 \frac{s+1}{s}$



C. $G_c(s) = 0.5(s + 2)$

D. $G_c(s) = \frac{3}{s(s+1)}$

Respuesta: B

Resolución de la Pregunta:

De las opciones listadas, se puede eliminar la opción **A y D**, ya que no representan a ningún miembro de la familia de controladores tipo PID. Por lo tanto las posibilidades quedan la **B** que es un PI o la opción **C** que es un PD. El PI es la opción más adecuada ya que reduce el Error de Posición a Cero, lo cual cumple con la condición de Diseño pero es necesario descartar la opción **C**, para ello se calcula el Error de Posición que tendría el Sistema Compensado:

$$Ep = \frac{1}{1 + kp}; \quad kp = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)G_c(s)$$
$$kp = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{2}{s+1} (0.5(s+2)) = 2$$
$$Ep = \frac{1}{2+1} = 0.33 = 33\%$$

El error de posición es superior al pedido como condición de diseño por tanto la opción **C** no es correcta.

Pregunta 15: Un compensador diseñado por el Método de Ragazzini sirve para:

- A. Corregir sólo error de posición
- B. Corregir error de posición y velocidad
- C. Corregir error de posición , velocidad y estado transitorio
- D. Corregir sólo estado transitorio

Respuesta: C

Resolución de la Pregunta: El Diseño de controladores usando el Método de Ragazzini, asegura que el Error de Posición del sistema compensado sea cero, el Error de Velocidad tenga un valor finito y mejora el estado transitorio al permitir la modificación de los polos de lazo cerrado del sistema compensado.



Bibliografía:

Las referencias bibliográficas recomendadas son las siguientes:

<u>Instrumentación</u>	<p><u>Bibliografía Básica:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Folleto de Instrumentación electrónica*.• Folleto de Instrumentación Industrial*. <p><u>Bibliografía complementaria:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• A. Creus. "Instrumentación Industrial", Octava Edición, Marcombo S.A., España, 2010.
<u>Sistemas de Control</u>	<p><u>Bibliografía Básica:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• J. Dorsey, "Sistemas De Control Continuos y Discretos", McGraw-Hill Interamericana, 2005. <p><u>Bibliografía complementaria:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• K. Ogata, "Ingeniería de Control Moderna", tercera edición o quinta edición.• B. Kuo, "Sistemas De Control Digital (1ra edición)" Prentice-Hall, USA, 1999.
<u>Control Electrónico de Potencia</u>	<p><u>Bibliografía Básica:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• M. Rashid, "Electrónica de Potencia," tercera edición, México, 2004.• N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, "Electrónica de Potencia. Convertidores, Aplicaciones y Diseño", Tercera edición, McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V., marzo 2009.
<u>Control Industrial</u>	<p><u>Bibliografía Básica:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Folleto de Control Industrial, Ing. Angulo*.• Folleto de Control Industrial, Ing. Molina*. <p><u>Bibliografía complementaria:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• https://infonet.siemens.es/Apli_Industry/formacion/PLCBasico/test/menu.html?mode=standalone
<u>Redes Industriales</u>	<p><u>Bibliografía Básica:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Folleto de Interfaces de comunicación Industrial*, Dr. Corrales.

* El folleto está disponible en la copiadora de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ubicada en subsuelo del edificio Eléctrica.

4. Contactos

Mayor información: PBX 2976300

- Carrera de Ingeniería en Electrónica y Control. Ext: 2209.
- Subdecanato de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Ext: 2203.
- Decanato de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Ext: 2201.