



Nombre \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

**Nota: cada problema en un folio diferente. Las cuestiones se responden sobre la hoja del examen**

**Cuestiones (3,25 puntos)** Responda a las siguientes cuestiones de opciones múltiples teniendo en cuenta que sólo hay una respuesta correcta por cuestión. Además, debe razonar brevemente si es correcta o falsa cada una de las opciones en cada cuestión. Si necesita más espacio responda las 3 primeras en una hoja y de 4-6 en otra hoja.

1.- (0,5) El circuito de acondicionamiento óptimo para un fotodiodo es:

- a) Un montaje potenciométrico, dadas las grandes variaciones de corriente a su salida.
- b) Un montaje en puente de Wheatstone, dadas las pequeñas variaciones de corriente a su salida.
- c) Un amplificador no inversor, por su alta impedancia de entrada.
- d) Ninguna de las anteriores.

---



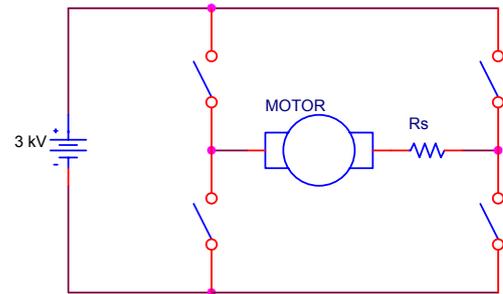
---



---

2.- (0,75) Se quiere medir la corriente que pasa por un motor de 3kV 100A mediante una resistencia serie de muy bajo valor (véase  $R_s$  en la figura). La caída de tensión en la resistencia, proporcional a la corriente que pasa por el motor se amplifica utilizando un amplificador de instrumentación. La característica más importante del amplificador de instrumentación en esta aplicación es:

- a) Un rechazo al modo común muy elevado.
- b) Una ganancia muy elevada.
- c) Una impedancia de entrada muy elevada.
- d) Ninguna de las anteriores.




---



---



---

3.- (0,5) Se quiere utilizar uno de los LVDT cuyas características se adjuntan para medir desplazamientos de  $\pm 3$ mm.

- a) Cualquiera de los modelos vale, pero los DG/1.0 o DG/2.5 son los más adecuados por su mayor sensibilidad y menor consumo.
- b) Si se alimenta el LVDT con 10V, la salida variará entre  $-1,62V$  y  $+1,62V$ , independientemente de la temperatura.
- c) La diferencia máxima entre dos medidas consecutivas de la misma posición y realizadas en las mismas condiciones es de  $\pm 0,15\mu m$ .
- d) Ninguna de las anteriores.

Specification

	DG/1.0 & DG/2.5	DG/5.0
Calibrated range	$\pm 1mm \pm 2.5mm$	$\pm 5mm$
Mechanical		
Outward travel from zero	$2.65mm \pm 0.05$	$5.15mm \pm 0.05$
Inward travel from zero	$3.35mm \pm 0.2$	$5.85mm \pm 0.2$
Spring rate	13g/mm	10g/mm
Spring force at electrical zero	90g	70g
Gaiter material	Viton	Viton
Probe tip	$\varnothing 3mm$	$\varnothing 3mm$
Electrical		
Winding configuration	LVDT	LVDT
Calibrated @	10V dc into 20k $\Omega$	10V dc into 20k $\Omega$
Energising voltage range	10-24V dc stabilised	10-24V dc stabilised
Energising current	10mA @ 10V dc	13mA @ 10V dc
Sensitivity	750mV/mm @ 10V	540mV/mm @ 10V
Output ripple	< 1%pk-pk of F.S.output	< 1%pk-pk of F.S.output
Non-linearity	< 0.3% of full range output	< 0.3% of full range output
Repeatability	< 0.15 $\mu m$	< 0.15 $\mu m$
Temperature range	-20 to +80°C	-20 to +80°C
Temperature coefficient Zero	Typ 0.01%F.S./°C	Typ 0.01%F.S./°C
Temperature coefficient Sensitivity	Typ 0.02%F.S./°C	Typ 0.02%F.S./°C
Dynamic frequency for -3dB attenuation	75Hz	50Hz
Response time constant	Typ 3ms	Typ 5ms
Electrical connections		
Positive energising	Red	Red
Negative energising	Blue	Blue
Signal (+ve output for inward displacement)	White	White
Single earth	Green	Green

---



---



---

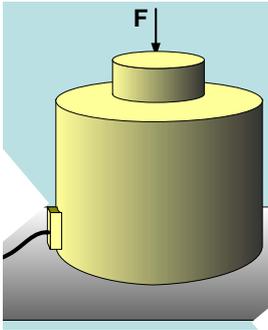




Nombre \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

**Nota: cada problema en un folio diferente. Las cuestiones se responden sobre la hoja del examen**

4.- (0,75) La estructura que se muestra en la figura está sometida a una carga de 1200Kg y para medirla se debe diseñar un sistema basado en galgas extensométricas y un puente de Wheastone, intentando minimizar al máximo el posible error ocasionado por las variaciones de la temperatura.



- a) Se pueden utilizar 2 galgas alineadas con la fuerza para medir
- b) Se pueden utilizar 4 galgas alineadas con la fuerza para medir y compensar el efecto de la temperatura
- c) Se pueden utilizar 2 galgas, una alineada con la fuerza y otra girada 90°
- d) Ninguna de las anteriores.

---



---



---



---



---

5.- (0,75) Se dispone del sensor de temperatura Pt100, cuya hoja de características se muestra a continuación,

**SPECIFICATIONS**

Sensor Type	Thin film platinum RTD: $R_0 = 1000 \Omega @ 0^\circ\text{C}$ ; $\alpha = 0.00375 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ $R_0 = 100 \Omega @ 0^\circ\text{C}$ ; $\alpha = 0.00385 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$
Temperature Range	-55° to +150°C (-67° to +302°F)
Temperature Accuracy	$\pm 0.5^\circ\text{C}$ or 0.8% of temperature, °C ( $R_0 \pm 0.2\%$ trim), whichever is greater $\pm 0.3^\circ\text{C}$ or 0.6% of temperature, °C ( $R_0 \pm 0.1\%$ trim), whichever is greater (optional)
Base Resistance and Interchangeability, $R_0 \pm \Delta R_0$	$1000 \pm 2 \Omega (\pm 0.2\%) @ 0^\circ\text{C}$ or $100 \pm 0.2 \Omega (\pm 0.2\%) @ 0^\circ\text{C}$ $1000 \pm 1 \Omega (\pm 0.1\%) @ 0^\circ\text{C}$ or $100 \pm 0.2 \Omega (+0.2\%) @ 0^\circ\text{C}$ (optional)
Linearity	$\pm 0.15\%$ of full scale for temperatures spanning -55° to 150°C

- a) Si el sensor presenta una resistencia de 109,6  $\Omega$  la temperatura es de  $25^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ,
- b) se trata de una RTD de níquel,
- c) Para una temperatura de  $100^\circ\text{C}$  el error en la medida es de  $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ,
- d) Ninguna de las anteriores.

---



---



---



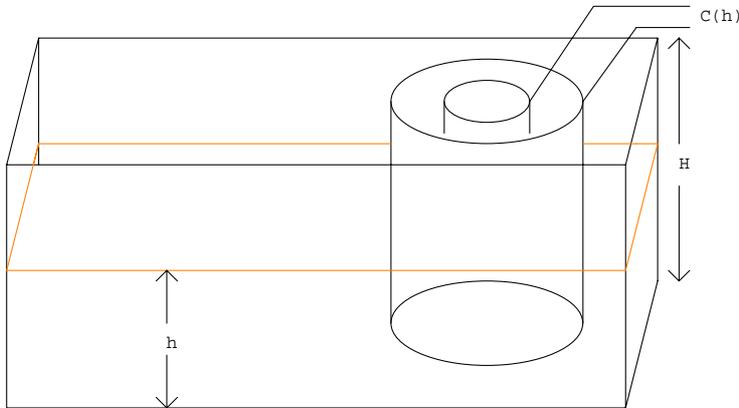
---



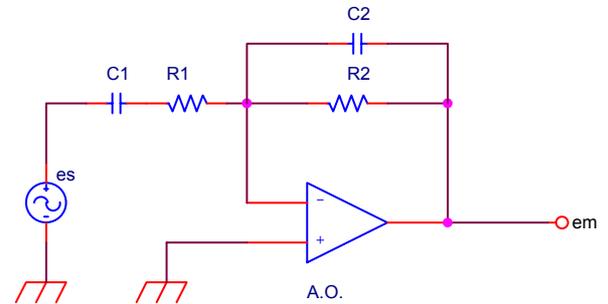
---

**Problema 1 (3,5 puntos)**

En la figura 1 se muestra un sensor capacitivo para medida del nivel de aceite hidráulico en un depósito. El sensor está constituido por dos placas cilíndricas coaxiales, que forman un cilindro cuya altura total coincide con la del depósito.



**Figura 1**



**Figura 2**

La capacidad de un condensador cilíndrico como el de la figura viene dada por:  $C = 2\pi\epsilon/Ln(b/a)$ , donde  $l$  es la longitud del condensador,  $b$  es el radio de la placa cilíndrica externa y  $a$  es el radio de la placa cilíndrica interna.

Se pide:

- Razone cómo se traducen las variaciones de nivel de aceite en el depósito en variaciones de la capacidad del sensor.
- Calcule la expresión que relaciona la capacidad del sensor  $C(h)$  con el nivel de aceite en el depósito,  $h$ . Obtenga la sensibilidad del transductor.

Para acondicionar la salida del sensor, se utiliza el circuito dado en la figura 2.

- Obtenga la expresión de la tensión de salida,  $e_m$ , en función de  $e_s$ ,  $R1$ ,  $R2$ ,  $C1$  y  $C2$ . Asuma que el amplificador operacional es ideal.
- Simplifique esta expresión para el caso en que  $j\omega R_2 C_2 \gg 1$  y  $j\omega R_1 C_1 \ll 1$ .

En los apartados que siguen, asuma que se cumple la condición dada en d)

- Indique en qué posición ( $C_1$  o  $C_2$ ) colocaría el sensor en el circuito para obtener una variación lineal de la tensión de salida,  $e_m$ , con el nivel de aceite en el depósito,  $h$ .
- Calcule el resto de los componentes del circuito de acondicionamiento para que, con el depósito lleno ( $h = H$ ), sea  $|e_m| = |e_s|$ .
- Obtenga la expresión que relaciona  $e_m$  con  $h$

DATOS:  $\epsilon_{r_{aceite}}=2,2$ ;  $H = 500\text{mm}$ ;  $\epsilon_o = 8,85\text{pF/m}$ ;  $a = 25\text{mm}$ ;  $b = 30\text{mm}$ ;

**Problema 2 (3,25 puntos)**

Se pretende disponer de un sistema capaz de detectar la cantidad de luz en el interior de un túnel en una autopista, de forma que la iluminación dentro del mismo sea la adecuada. Hasta ahora, muchas de estas aplicaciones usaban fotorresistencias o células de CdS, pero estas tienen poca uniformidad, no son lineales y además el Cd es un componente altamente contaminante. En nuestro sistema se utiliza un fotodiodo BPW21 cuyas hojas de características se muestran en las figuras 1.a y 1.b. Por otro lado, parte del circuito acondicionador se muestra en la figura 3, donde el circuito actuador se encarga de encender un LED superluminiscente blanco cuando la luz ambiente cae por debajo de 100 lux.

Se pide que diseñe el circuito para que se cumplan las especificaciones previamente fijadas:

- Calcule los valores de las resistencias R1 y R2, así como la posición del potenciómetro variable R e identifique los terminales inversor y no inversor del A.O.
- Diseñe la etapa que permita el encendido del LED superluminiscente blanco cuando la luz ambiente cae por debajo de 100 lux. Datos SLED:  $V_F=3,6V$ ,  $I_F=20mA$ .

Si se sustituye el fotodiodo por una LDR de CdS cuya hoja de características se adjunta en la figura 2, marcada con un círculo, y que tiene una histéresis del 5% a 10fc

- Justifique razonadamente las modificaciones a hacer en el circuito para que siga funcionando y represente el circuito final resultante con los valores de todos los componentes. Detalle el efecto de la histéresis
- Haga una comparativa detallada de esta solución y la descrita en apartados anteriores.

**Datos:** Alimentación común de todo el circuito  $\pm 5V$ ,  $R_1=R_2$ ,  $R=400k\Omega$ ; A.O.ideal; 1.0 lux = 0.093 fc

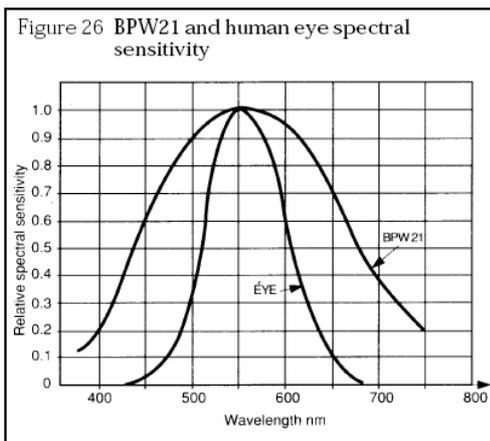


Fig. 1.a. Respuesta espectral

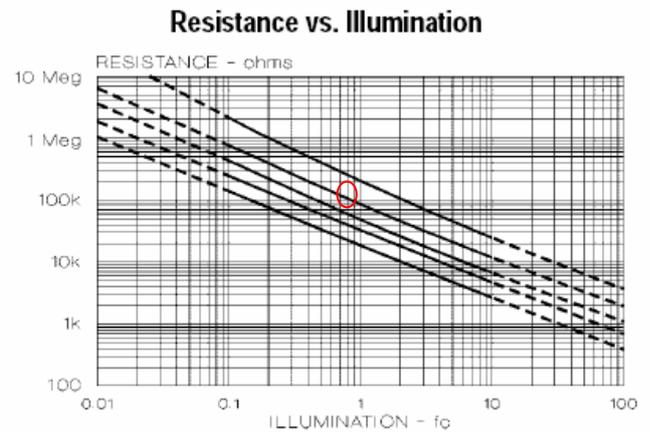


Fig. 2. Resistencia frente irradiancia, LDR

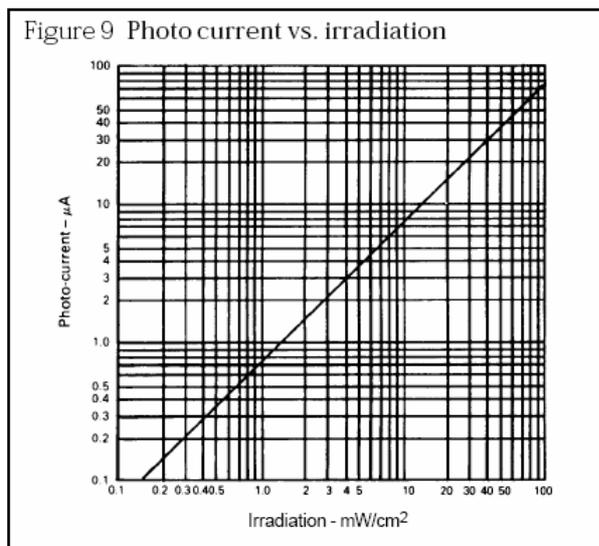


Fig. 1.b. Fotocorriente frente a irradiancia

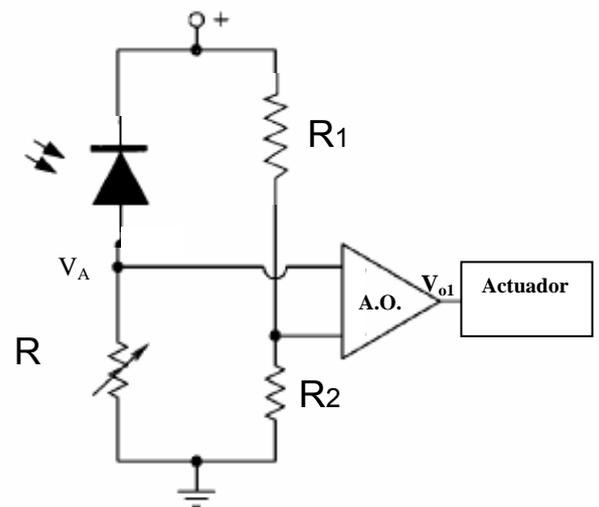


Fig. 3. Circuito acondicionador