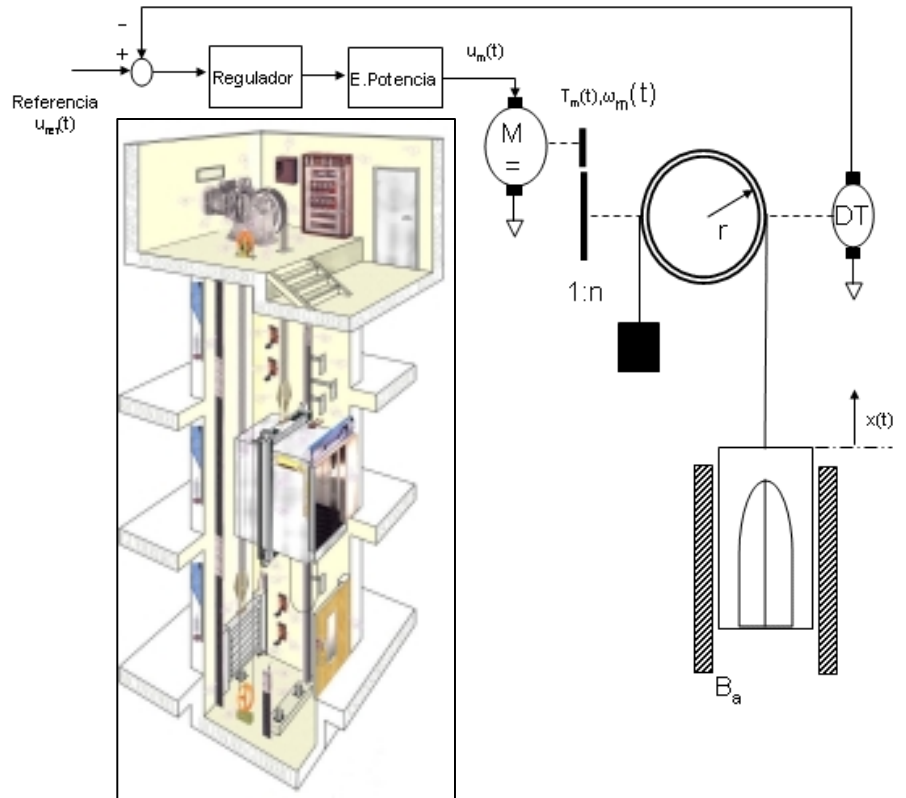


Problema 1

El sistema de la figura representa el control de velocidad de un ascensor, $\dot{x}(t)$. La señal de error ataca a un compensador proporcional de ganancia k que actúa sobre la etapa de potencia de ganancia unitaria. La propulsión mecánica se realiza a través de un motor de corriente continua controlado por inducido y conectado a la etapa de potencia. El eje del motor se acopla a un tren de engranajes y la salida de éste se une a una polea de radio r y de masa despreciable. De la polea cuelga el ascensor y el contrapeso, ambos de igual masa, M , cuando el ascensor está en vacío. El bucle de control se cierra con una dínamo tacométrica unida a la polea. Se pide, para el ascensor en vacío:



1. Demostrar que la FDT entre el par del motor y su velocidad angular

$$\text{es: } \frac{\omega_m(s)}{T_m(s)} = \frac{1}{J_m \cdot s + \frac{B_a r^2}{n^2}}$$

2. Función de transferencia del sistema para cualquier valor de k , $\frac{\dot{x}(s)}{u_{ref}(s)}$
3. Si se desea un error al escalón del 15%, calcular k y representar la evolución temporal de la velocidad del ascensor ante una entrada en escalón unitario. ¿A qué velocidad nominal sube? ¿Cuanto tiempo tarda en alcanzar el régimen permanente?.
4. Si el peso máximo de carga es de 300 kg, ¿cómo afecta a la dinámica del ascensor?

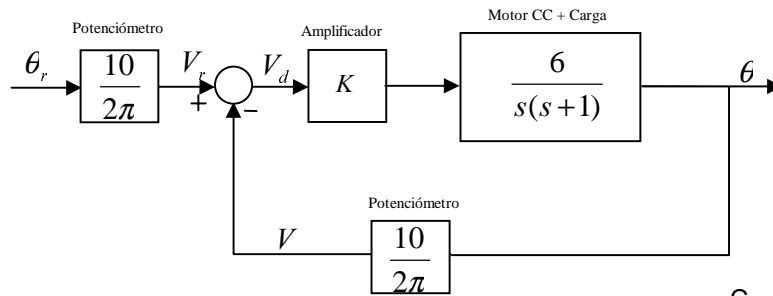
Datos

Motor: $R = 1\Omega$ (Resistencia del inducido del motor), $K_p = 0.19 \text{ Nm/A}$ (Constante de par del motor), $J_m = 0.03 \text{ kgm}^2$ (Momento de inercia del rotor). **Tren de engranajes:** $n = 100$ (Relación de reducción). **Polea:** $r = 1 \text{ m}$. **Ascensor:** $B_a = 7 \text{ Ns/rad}$ (Rozamiento viscoso equivalente entre ascensor y pared). Dínamo tacométrica: $K_{DT} = 1 \text{ Vs/rad}$

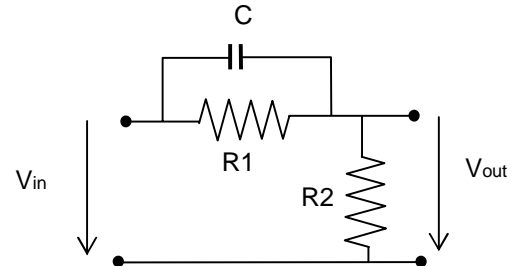
(45 minutos)**Problema 2**

El sistema de la figura representa un servomecanismo de posición cuyo objetivo es que el ángulo del eje (θ), siga lo mejor posible a la referencia θ_r . Para ello, el ángulo θ_r se convierte mediante un potenciómetro circular en una tensión V_r que se compara con la tensión V obtenida a partir del ángulo θ del eje mediante otro potenciómetro de idénticas características. La constante del potenciómetro es de $\frac{10}{2\pi} \text{ V/rad}$. La diferencia V_d entre ambas tensiones se amplifica con ganancia K para proporcionar la tensión V_m que alimenta el motor de corriente continua. El diagrama de bloques una vez simplificado y reducido puede expresarse como:





- 1.- Obtener el diagrama de Bode y el diagrama polar del sistema en cadena abierta para $K=1$.
- 2.- Cuantificar la estabilidad del sistema en cadena cerrada.
- 3.- Dimensionar la red siguiente, situada justo antes del amplificador, así como el valor de ganancia del amplificador K , para que el servosistema presente un error de velocidad de 2° y un margen de fase de 45° .



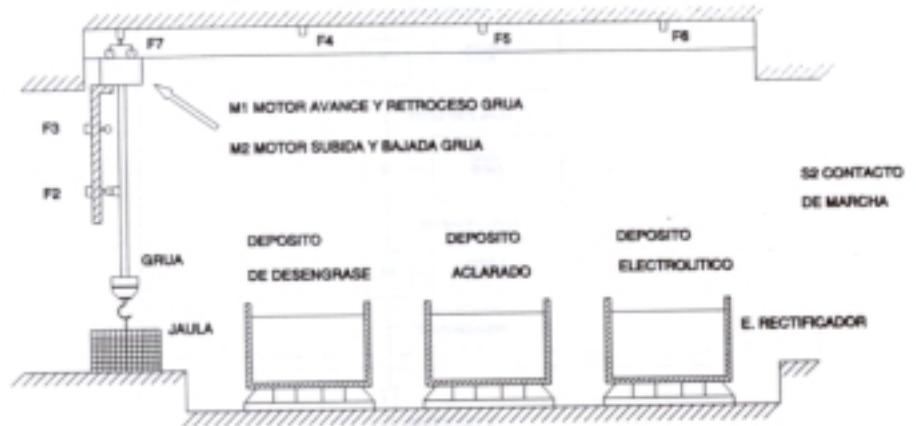
(45 minutos)

Problema 3

En la siguiente figura se muestra el esquema de un proceso de electrólisis para el tratamiento de superficies, con el fin de hacerlas resistentes a la oxidación. El sistema consta de tres baños, uno para el desengrasado, otro el aclarado y un tercero para el baño electrolítico.

La grúa introduce la jaula portadora de las piezas a tratar en cada uno de los baños, comenzando por el desengrasado, a continuación el aclarado y por último les dará el baño electrolítico. En este último, la grúa debe permanecer un tiempo de 20 s para conseguir una uniformidad en la superficie de las piezas tratadas.

El ciclo se inicia al pulsar el contacto de marcha. La primera acción a realizar es la subida de la grúa. Cuando toca el final de carrera F3, la grúa comenzará a avanzar, hasta



llegar al final de carrera F4. En dicho punto la grúa desciende. Una vez que toca el final de carrera F2, la grúa vuelve a ascender hasta tocar de nuevo el final de carrera F3, momento en el cual la grúa vuelve a avanzar hasta alcanzar la posición de F5. Después se repiten los movimientos de la grúa de la etapa anterior. Avanza después hasta F6, vuelve a bajar y cuando toca F2 se conecta el proceso de electrólisis. Después del tiempo prefijado, se desconecta la electrólisis y la grúa asciende hasta que toca F3. Después la grúa retrocede hasta F7 para terminar bajando hasta que activa F2, quedando el sistema listo para la siguiente operación.

Se pide:

1. Graficet de nivel 1 y nivel 2 del sistema.
2. Mapeado de entradas, salidas y marcas para el S5-95U.
3. Codificación en AWL del automatismo.

(45 minutos)



Resolución**Primer ejercicio**

1. El conjunto de fuerzas que definen el movimiento de traslación del ascensor son:

$$F_1(t) = M_a \ddot{x}(t) + B_a \dot{x} + M_a g \quad (\text{Ascensor})$$

$$F_2(t) = M_c \ddot{x}(t) + M_c g \quad (\text{Contrapeso})$$

Estas dos fuerzas actúan sobre la polea, generando un par opositor al movimiento de rotación. El par del motor deberá compensar el movimiento de inercia del rotor y de la carga vista al otro extremo del tren de engranajes:

$$T_m(t) = J_m \dot{\omega}_m + \frac{1}{n^2} B_a r^2$$

2. La FDT entre la velocidad angular del motor y su tensión es:

$$\frac{\omega_m(s)}{u_m(s)} = \frac{0.19 \cdot 10^{-2}}{0.03s + 0.0368}$$

Cerrando el lazo de realimentación queda:

$$\frac{\dot{x}(s)}{u_{ref}(s)} = \frac{0.19 \cdot 10^{-2} k}{0.03s + 0.19 \cdot 10^{-2} k + 0.0368}$$

3. Al ser un sistema de realimentación unitaria, se calculará la ganancia k a partir de la constante estática del error al escalón:

$$e_p = \frac{1}{1 + k_p} = 0.15 \quad k \cong 110$$

La FDT de la planta será:

$$\frac{\dot{x}(s)}{u_{ref}(s)} = \frac{0.85}{0.122s + 1}$$

El ascensor tendrá una velocidad nominal de 0.85m/s y alcanzará el régimen permanente en 366ms.

4. El efecto del peso de los usuarios en el ascensor será una variación del momento de inercia en la carga al motor:

$$\frac{\omega_m(s)}{T_m(s)} = \frac{1}{\left(J_m + \frac{M_p r^2}{n^2} \right) \cdot s + \frac{B_a r^2}{n^2}}$$

La FDT total queda con un peso de 300kg de carga como:

$$\frac{\dot{x}(s)}{u_{ref}(s)} = \frac{0.85}{0.244s + 1}$$

Tardará el doble de tiempo en alcanzar la velocidad del régimen permanente, 733ms.

