Ejercicios propuestos

Energy Storage

Tema 4: Volantes de inercia y supercondensadores

Máster Universitario en Ingeniería de la Energía

ETSI Minas y Energía

Hugo Torres Orejudo

Noviembre 2026

Elaborado con IA a partir del material de la asignatura. Material no oficial.

Problema 1 – Volante de acero

Un volante macizo de acero ($\rho = 7800\,\mathrm{kg/m^3}$, $\nu = 0{,}3$) tiene $m = 500\,\mathrm{kg}$, radio $r = 0{,}5\,\mathrm{m}$ y velocidad periférica $v_r = 300\,\mathrm{m/s}$. Calcule I, ω (rad/s y rpm), la energía almacenada y la tensión máxima en el centro.

Problema 2 – Límite de densidad de energía

Para un cilindro macizo ($K = 0{,}25$, $\nu = 0{,}3$) de acero con $\sigma_{max} = 800\,\mathrm{MPa}$ y $\rho = 7800\,\mathrm{kg/m^3}$, calcule la velocidad periférica máxima y la energía específica máxima en kJ/kg y Wh/kg.

Problema 3 – Supercondensador

Un supercondensador tiene $C = 3000\,\mathrm{F}$, $V = 2{,}7\,\mathrm{V}$ y resistencia equivalente de descarga $R_p = 0{,}5\,\mathrm{m\Omega}$. Calcule la energía almacenada, la potencia máxima y la energía utilizable si se descarga hasta $V/2$.

Problema 4 – Descarga de un volante

El volante del problema 1 entrega $100\,\mathrm{kW}$ durante $15\,\mathrm{s}$ (sin pérdidas). Calcule la energía entregada, la velocidad angular final (rad/s y rpm) y la caída porcentual de velocidad.

Problema 5 – Asociación en serie

Se conectan $N = 6$ supercondensadores del problema 3 ($C = 3000\,\mathrm{F}$, $2{,}7\,\mathrm{V}$, ESR $= 0{,}5\,\mathrm{m\Omega}$ cada uno). Calcule C_{tot}, V_{tot}, ESR total, la energía almacenada y la potencia máxima.

Problema 6 – Descarga a corriente constante

Un supercondensador del problema 3 se descarga a $100\,\mathrm{A}$ constantes desde $2{,}7\,\mathrm{V}$ hasta $1{,}35\,\mathrm{V}$. Calcule la duración, la energía utilizable y el porcentaje disipado en la ESR.

Problema 7 – Volante de composite

Se diseña un volante de fibra de carbono ($\sigma_{max} = 1600\,\mathrm{MPa}$, $\rho = 1600\,\mathrm{kg/m^3}$, $K_s = 0{,}606$) con coeficiente de seguridad $S = 2$. Calcule la energía específica y la masa del rotor para $25\,\mathrm{kWh}$ y compárela con la del acero del problema 2.