

ÍNDICE

1. Introducción.

- Plantas CRS.
- Proyecto SOLUGAS
- Objetivos.

2. Modelo termodinámico de la planta.

- Esquema de la planta.
- Transmisiones de calor.
- Rendimientos y potencia.

3. Validación del modelo termodinámico.

- Validación de la turbina.
- Validación de la planta termosolar.

4. Resultados.

- Comportamiento estacional de los parámetros de la planta.
- Comparación de resultados (consumo y emisiones) por estaciones.

5. Conclusiones.

1.- Introducción.

PLANTAS CON TORRE DE CONCENTRACIÓN CENTRAL (CRS).

- Tecnología termosolar: calentamiento de un fluido y realización de un ciclo termodinámico → CRS (*Central Receiver System*).
- 3 elementos principales: campo de heliostatos, receptor y sistema de conversión de potencia.
- España es pionera en esta tecnología: plantas PS10 y PS20.

Menor consumo de combustible.

Reducción de las emisiones contaminantes.

Bajo gasto de agua.



PLANTAS CON TORRE DE CONCENTRACIÓN CENTRAL (CRS).

- Tecnología termosolar: calentamiento de un fluido y realización de un ciclo termodinámico → CRS (*Central Receiver System*).

Menor consumo de combustible.

Reducción de las emisiones contaminantes.

Bajo gasto de agua.

- 3 elementos principales: campo de heliostatos, receptor y sistema de conversión de potencia.
- España es pionera en esta tecnología: plantas PS10 y PS20.



PLANTAS CON TORRE DE CONCENTRACIÓN CENTRAL (CRS).

- Tecnología termosolar: calentamiento de un fluido y realización de un ciclo termodinámico → CRS (*Central Receiver System*).
- 3 elementos principales: campo de heliostatos, receptor y sistema de conversión de potencia.
- España es pionera en esta tecnología: plantas PS10 y PS20.

Menor consumo de combustible.

Reducción de las emisiones contaminantes.

Bajo gasto de agua.



PLANTAS CON TORRE DE CONCENTRACIÓN CENTRAL (CRS).

- Tecnología termosolar: calentamiento de un fluido y realización de un ciclo termodinámico → CRS (*Central Receiver System*).
- 3 elementos principales: campo de heliostatos, receptor y sistema de conversión de potencia.
- España es pionera en esta tecnología: plantas PS10 y PS20.

Menor consumo de combustible.

Reducción de las emisiones contaminantes.

Bajo gasto de agua.



PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

PROYECTO SOLUGAS

- Proyecto de I+D, desarrollado por la empresa española Abengoa en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- 2 fuentes de energía: solar y fósil (planta híbrida).
- Primera planta a escala comercial, con potencia neta constante del orden de MW.
- Objetivo: demostración de la viabilidad de la tecnología CRS híbrida de tipo Brayton.
- Se encuentra en estado de desarrollo.

OBJETIVOS

- Desarrollar un modelo termodinámico general para una planta termosolar híbrida de tipo Brayton y llevar a cabo su aplicación en concreto al Proyecto SOLUGAS.
- Comprobar que dicho modelo funciona correctamente, arrojando los resultados esperados.
- Simular y predecir el comportamiento de la planta a lo largo del tiempo, observando la evolución estacional y las curvas diarias de los parámetros de salida.
- Obtener estimaciones sobre el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

OBJETIVOS

- Desarrollar un modelo termodinámico general para una planta termosolar híbrida de tipo Brayton y llevar a cabo su aplicación en concreto al Proyecto SOLUGAS.
- Comprobar que dicho modelo funciona correctamente, arrojando los resultados esperados.
- Simular y predecir el comportamiento de la planta a lo largo del tiempo, observando la evolución estacional y las curvas diarias de los parámetros de salida.
- Obtener estimaciones sobre el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

OBJETIVOS

- Desarrollar un modelo termodinámico general para una planta termosolar híbrida de tipo Brayton y llevar a cabo su aplicación en concreto al Proyecto SOLUGAS.
- Comprobar que dicho modelo funciona correctamente, arrojando los resultados esperados.
- Simular y predecir el comportamiento de la planta a lo largo del tiempo, observando la evolución estacional y las curvas diarias de los parámetros de salida.
- Obtener estimaciones sobre el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

OBJETIVOS

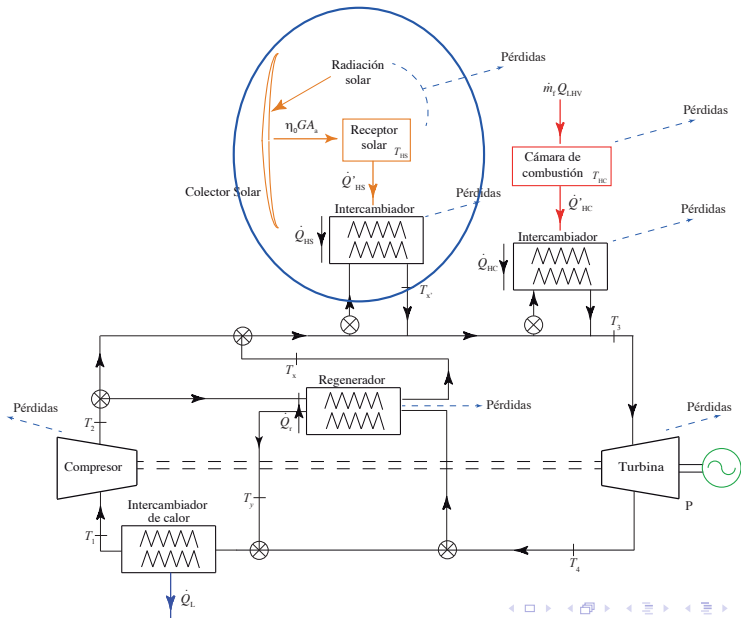
- Desarrollar un modelo termodinámico general para una planta termosolar híbrida de tipo Brayton y llevar a cabo su aplicación en concreto al Proyecto SOLUGAS.
- Comprobar que dicho modelo funciona correctamente, arrojando los resultados esperados.
- Simular y predecir el comportamiento de la planta a lo largo del tiempo, observando la evolución estacional y las curvas diarias de los parámetros de salida.
- Obtener estimaciones sobre el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

OBJETIVOS

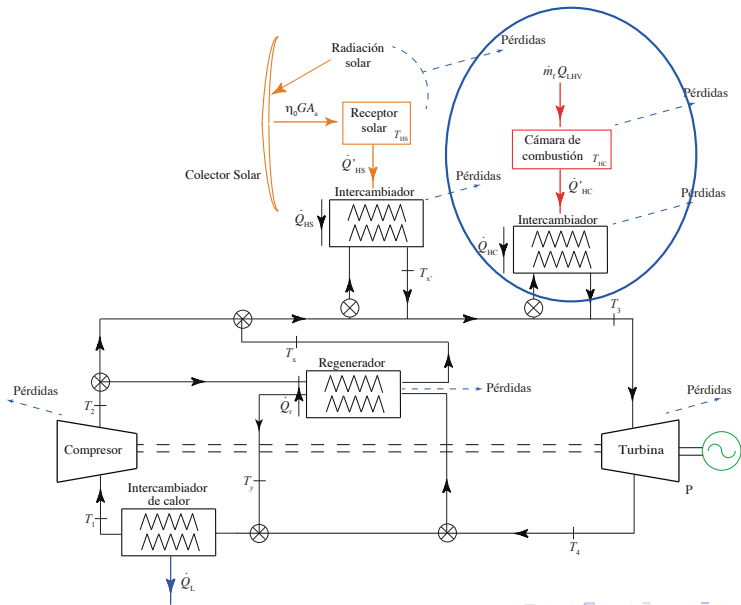
- Desarrollar un modelo termodinámico general para una planta termosolar híbrida de tipo Brayton y llevar a cabo su aplicación en concreto al Proyecto SOLUGAS.
- Comprobar que dicho modelo funciona correctamente, arrojando los resultados esperados.
- Simular y predecir el comportamiento de la planta a lo largo del tiempo, observando la evolución estacional y las curvas diarias de los parámetros de salida.
- Obtener estimaciones sobre el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

2.- Modelo termodinámico de la planta.

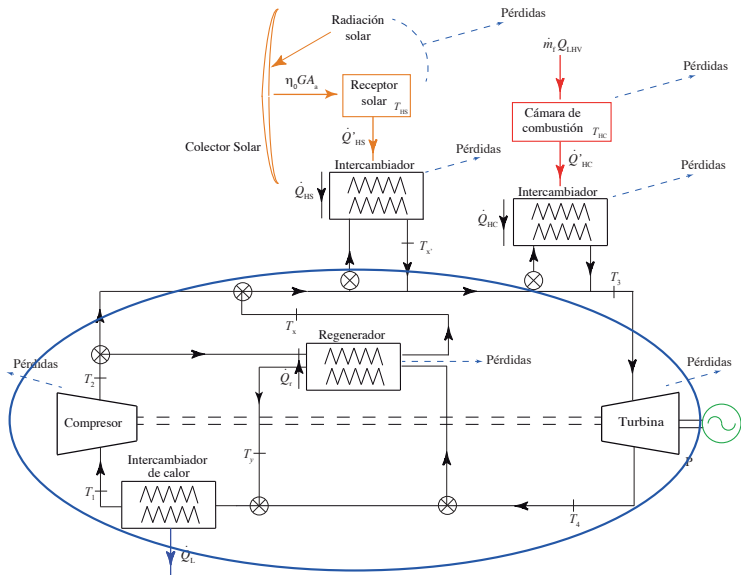
ESQUEMA DE LA PLANTA: COLECTOR SOLAR.



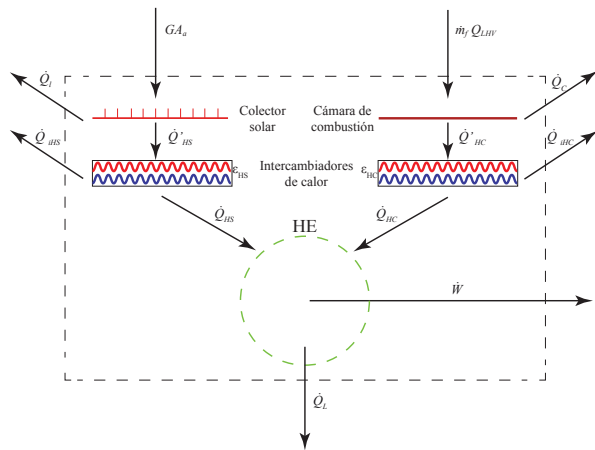
ESQUEMA DE LA PLANTA: CÁMARA DE COMBUSTIÓN.



ESQUEMA DE LA PLANTA: MÁQUINA TÉRMICA.



TRANSMISIONES DE CALOR.



CALORES.

$$|\dot{Q}_{HS}| = \dot{m}c_w (T_{x'} - T_x)$$

$$|\dot{Q}_{HC}| = \dot{m}c_w (T_3 - T_{x'})$$

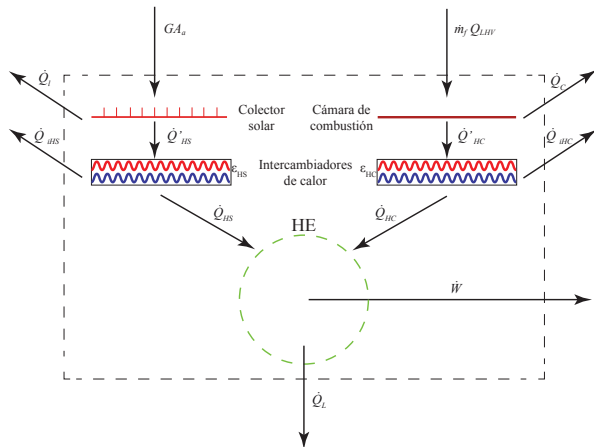
$$|\dot{Q}_H| = |\dot{Q}_{HS}| + |\dot{Q}_{HC}| = \dot{m}c_w (T_3 - T_x)$$

$$|\dot{Q}_L| = \dot{m}c_w (T_y - T_1)$$

Solar share.

$$f = \frac{|\dot{Q}_{HS}|}{|\dot{Q}_{HS}| + |\dot{Q}_{HC}|}$$

TRANSMISIONES DE CALOR.



RENDIMIENTOS.

$$\eta = \frac{|\dot{W}|}{|\dot{Q}_{abs}|} = \frac{P}{G A_a + \dot{m}_f Q_{LHV}}$$

$$\eta_s = \frac{|\dot{Q}'_{HS}|}{G A_a} = \frac{|\dot{Q}_{HS}|/\epsilon_{HS}}{G A_a}$$

$$\eta_c = \frac{|\dot{Q}'_{HC}|}{\dot{m}_f Q_{LHV}} = \frac{|\dot{Q}_{HC}|/\epsilon_{HC}}{\dot{m}_f Q_{LHV}}$$

$$\eta_h = \frac{|\dot{W}|}{|\dot{Q}_H|} = \frac{P}{|\dot{Q}_{HS}| + |\dot{Q}_{HC}|}$$

$$\eta_e = \frac{P}{\dot{m}_f Q_{LHV}}$$

RENDIMIENTOS.

RENDIMIENTO GLOBAL.

$$\eta = \eta_h \eta_s \eta_c \left[\frac{\epsilon_{HS} \epsilon_{HC}}{\eta_c f \epsilon_{HC} + \eta_s (1 - f) \epsilon_{HS}} \right]$$

RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR.

$$\eta_s = \eta_0 - \frac{1}{GC} \left[\alpha \sigma (T_{HS}^4 - T_L^4) - \bar{U}_L (T_{HS} - T_L) \right]$$

FLUJO DE FUEL.

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_{c_w} (T_3 - T_{x'})}{\eta_c Q_{LHV} \epsilon_{HC}} \quad [\eta_c \simeq cte]$$

RENDIMIENTOS.

RENDIMIENTO GLOBAL.

$$\eta = \eta_h \eta_s \eta_c \left[\frac{\epsilon_{HS} \epsilon_{HC}}{\eta_c f \epsilon_{HC} + \eta_s (1 - f) \epsilon_{HS}} \right]$$

RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR.

$$\eta_s = \eta_0 - \frac{1}{GC} \left[\alpha \sigma (T_{HS}^4 - T_L^4) - \bar{U}_L (T_{HS} - T_L) \right]$$

FLUJO DE FUEL.

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_{c_w} (T_3 - T_{x'})}{\eta_c Q_{LHV} \epsilon_{HC}} \quad [\eta_c \simeq cte]$$

RENDIMIENTOS.

RENDIMIENTO GLOBAL.

$$\eta = \eta_h \eta_s \eta_c \left[\frac{\epsilon_{HS} \epsilon_{HC}}{\eta_c f \epsilon_{HC} + \eta_s (1 - f) \epsilon_{HS}} \right]$$

RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR.

$$\eta_s = \eta_0 - \frac{1}{GC} \left[\alpha \sigma (T_{HS}^4 - T_L^4) - \bar{U}_L (T_{HS} - T_L) \right]$$

FLUJO DE FUEL.

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_{c_w} (T_3 - T_{x'})}{\eta_c Q_{LHV} \epsilon_{HC}} \quad [\eta_c \simeq cte]$$

RENDIMIENTOS.

RENDIMIENTO GLOBAL.

$$\eta = \eta_h \eta_s \eta_c \left[\frac{\epsilon_{HS} \epsilon_{HC}}{\eta_c f \epsilon_{HC} + \eta_s (1 - f) \epsilon_{HS}} \right]$$

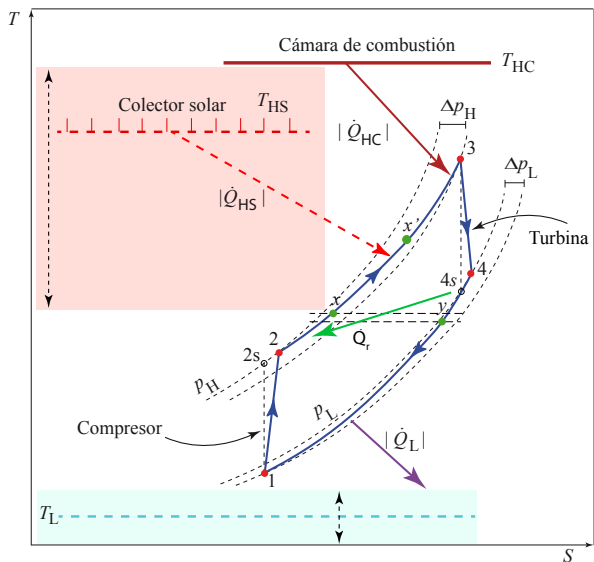
RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR.

$$\eta_s = \eta_0 - \frac{1}{GC} \left[\alpha \sigma (T_{HS}^4 - T_L^4) - \bar{U}_L (T_{HS} - T_L) \right]$$

FLUJO DE FUEL.

$$\dot{m}_f = \frac{\dot{m}_{c_w} (T_3 - T_{x'})}{\eta_c Q_{LHV} \epsilon_{HC}} \quad [\eta_c \simeq cte]$$

DIAGRAMA TS.



PARÁMETROS.

$$\tau_{HS} = \frac{T_{HS}}{T_L}$$

$$\tau_{HC} = \frac{T_{HC}}{T_L}$$

$$\epsilon_c = \frac{T_{2s} - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$\epsilon_r = \frac{T_x - T_2}{T_4 - T_2} = \frac{T_y - T_4}{T_2 - T_4}$$

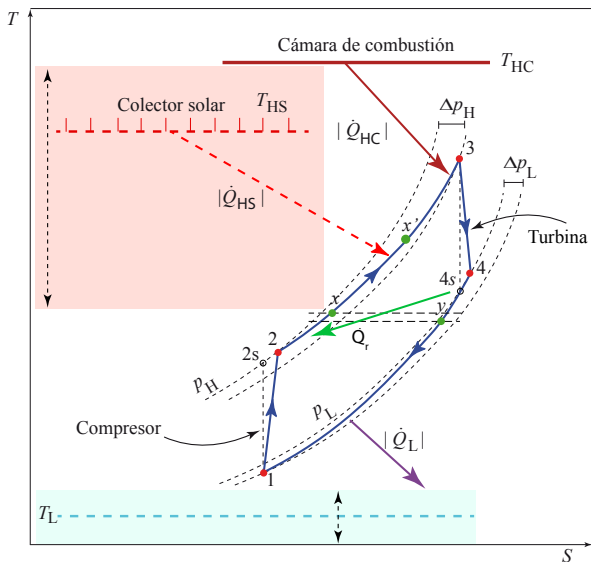
$$\epsilon_{HS} = \frac{T_{x'} - T_x}{T_{HS} - T_x}$$

$$\epsilon_{HC} = \frac{T_3 - T_{x'}}{T_{HC} - T_{x'}}$$

$$\epsilon_t = \frac{T_{4s} - T_3}{T_4 - T_3}$$

$$\epsilon_L = \frac{T_1 - T_y}{T_L - T_y}$$

DIAGRAMA TS.



PARÁMETROS.

$$\rho_H = \left(\frac{P_H - \Delta p_H}{P_H} \right)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$\rho_L = \left(\frac{P_L - \Delta p_L}{P_L} \right)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$r_P = \frac{P_H}{P_L - \Delta p_L}$$

$$a_c = \frac{T_{2s}}{T_1} = r_P^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$a_t = \frac{T_3}{T_{4s}} = \left(\frac{P_H - \Delta p_H}{P_L} \right)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$a_t = a_c \rho_H \rho_L$$

$$Z_c = 1 + \frac{1}{\epsilon_c} (a_c - 1)$$

$$Z_t = 1 - \epsilon_t \left(1 - \frac{1}{a_t} \right)$$

CALORES.

CALOR RECIBIDO DE LA PARTE SOLAR.

$$|\dot{Q}_{HS}| = \dot{m}c_w T_L \epsilon_{HS} \left[T_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right]$$

CALOR RECIBIDO DE LA CÁMARA.

$$|\dot{Q}_{HC}| = \dot{m}c_w T_L \epsilon_{HC} \left(T_{HC} - T_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)$$

CALOR CEDIDO AL AMBIENTE.

$$|\dot{Q}_L| = \dot{m}c_w T_L \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

CALORES.

CALOR RECIBIDO DE LA PARTE SOLAR.

$$|\dot{Q}_{HS}| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HS} \left[T_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right]$$

CALOR RECIBIDO DE LA CÁMARA.

$$\dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HC} \left(T_{HC} - T_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)$$

CALOR CEDIDO AL AMBIENTE.

$$|\dot{Q}_L| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

CALORES.

CALOR RECIBIDO DE LA PARTE SOLAR.

$$|\dot{Q}_{HS}| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HS} \left[T_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right]$$

CALOR RECIBIDO DE LA CÁMARA.

$$|\dot{Q}_{HC}| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HC} \left(T_{HC} - T_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)$$

CALOR CEDIDO AL AMBIENTE.

$$|\dot{Q}_L| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

CALORES.

CALOR RECIBIDO DE LA PARTE SOLAR.

$$|\dot{Q}_{HS}| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HS} \left[T_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right]$$

CALOR RECIBIDO DE LA CÁMARA.

$$|\dot{Q}_{HC}| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_{HC} \left(T_{HC} - T_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)$$

CALOR CEDIDO AL AMBIENTE.

$$|\dot{Q}_L| = \dot{m}_{c_w} T_L \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

RENDIMIENTOS Y POTENCIA.

EFICIENCIA DE LA TURBINA.

$$1 - \frac{\eta_h = \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]}{\epsilon_{HS} \left[\tau_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right] + \epsilon_{HC} \left(\tau_{HC} - \tau_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)}$$

POTENCIA ADIMENSIONAL.

$$\bar{P} = \epsilon_{HS} \left[\tau_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right] + \epsilon_{HC} \left(\tau_{HC} - \tau_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right) - \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

RENDIMIENTOS Y POTENCIA.

EFICIENCIA DE LA TURBINA.

$$1 - \frac{\eta_h = \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]}{\epsilon_{HS} \left[\tau_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right] + \epsilon_{HC} \left(\tau_{HC} - \tau_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right)}$$

POTENCIA ADIMENSIONAL.

$$\bar{P} = \epsilon_{HS} \left[\tau_{HS} - Z_t \epsilon_r \frac{T_3}{T_L} - Z_c (1 - \epsilon_r) \frac{T_1}{T_L} \right] + \epsilon_{HC} \left(\tau_{HC} - \tau_{HS} \epsilon_{HS} - (1 - \epsilon_{HS}) \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t \epsilon_r + \frac{T_1}{T_L} Z_c (1 - \epsilon_r) \right] \right) - \epsilon_L \left[\frac{T_3}{T_L} Z_t (1 - \epsilon_r) + \frac{T_1}{T_L} Z_c \epsilon_r - 1 \right]$$

3.- Validación del modelo termodinámico.

VALIDACIÓN DE LA TURBINA.

Especificaciones del fabricante de la turbina Mercury 50 (Caterpillar)

$$\dot{m} = 17,9 \text{ kg/s} \quad r_p = 9,9 \quad T_L = 288 \text{ K}$$

Valores asumidos de los parámetros de pérdidas

$$\begin{array}{llll} \epsilon_{HC} = 0,98 & \rho_H = \rho_L = 0,97 & \epsilon_t = 0,885 & \epsilon_r = 0,775 \\ \epsilon_L = 1 & & \epsilon_c = 0,815 & \end{array}$$

Valores de salida del fabricante

$$T_3 = 1423 \text{ K} \quad T_y = 647 \text{ K} \quad \eta = 0,385 \quad |\dot{W}| = 4,6 \text{ MW}$$

Valores de salida del modelo

$$T_3 = 1418 \text{ K} \quad T_y = 650 \text{ K} \quad \eta_h = 0,387 \quad |\dot{W}| = 4,5 \text{ MW}$$

Desviación relativa

$$0.4 \% \quad 0.4 \% \quad 0.6 \% \quad 1.4 \%$$

VALIDACIÓN DE LA PLANTA TERMOSOLAR.

Parámetros de combustión

$$\eta_c = 0,98$$

$$T_{HC} = 1430 \text{ K}$$

$$\epsilon_{HC} = 0,98$$

Parámetros solares

$$\eta_0 = 0,73$$

$$T_{HS} = 1088 \text{ K}$$

$$\epsilon_{HS} = 0,95$$

$$G = 860 \text{ W/m}^2$$

$$\alpha = 0,1$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

$$C = 425,2$$

$$\bar{U}_L = 5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

Parámetros de salida estimados

$$T_3 = 1423 \text{ K}$$

$$f = 0,42$$

$$\dot{m}_f = 0,151 \text{ kg/s}$$

$$|\dot{W}| = 4,2 \text{ MW}$$

Eficiencias estimadas

$$\eta_h = 0,392$$

$$\eta_s = 0,697$$

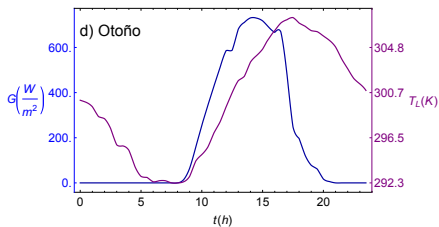
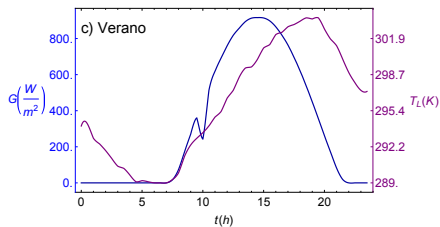
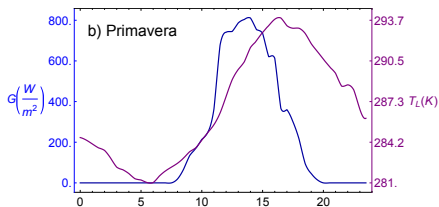
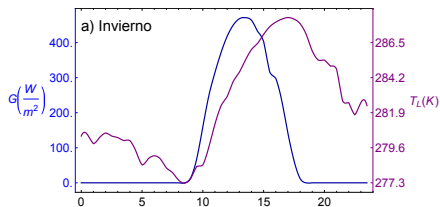
$$\eta = 0,317$$

$$\eta_e = 0,647$$

4.- Resultados.

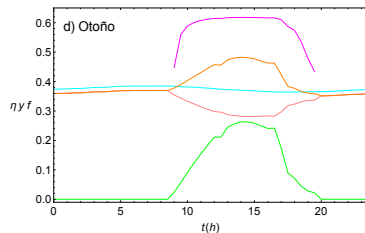
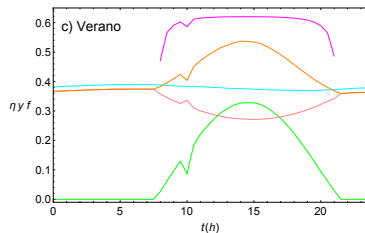
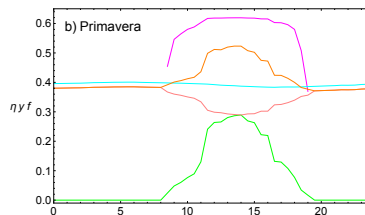
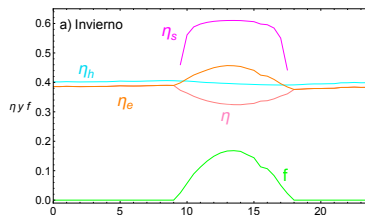
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA.

Irradiancia y temperatura ambiente.



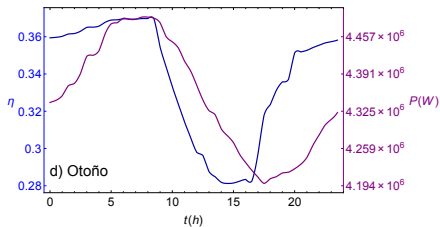
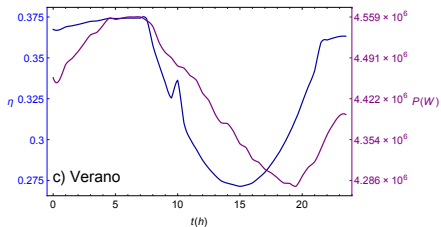
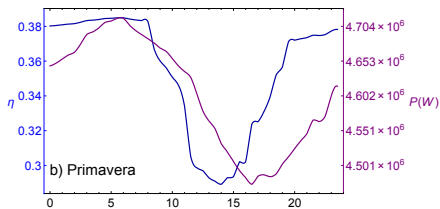
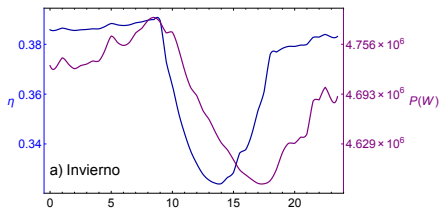
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA.

Eficiencias y *solar share*.



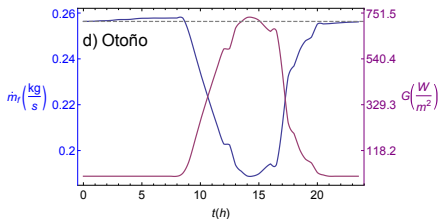
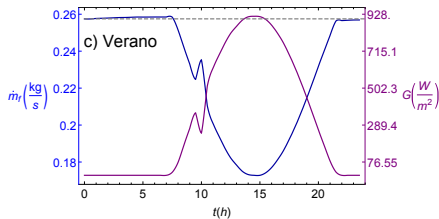
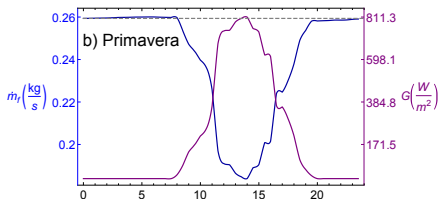
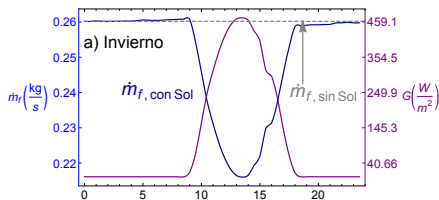
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA.

Rendimiento global y potencia.



COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LOS PARÁMETROS DE LA PLANTA.

Flujo de combustible.



COMPARACIÓN DE RESULTADOS POR ESTACIONES.

Consumo de combustible.

	<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
Consumo sin aporte solar (ton/día)	21,9772	21,9018	21,7503	21,6883
Consumo con aporte solar (ton/día)	21,0981	20,2767	19,1960	20,0886
Ahorro (%)	4,00005	7,41994	11,7437	7,37587

Emisiones contaminantes.

		<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
Emisiones de CO_2 (ton/día)	Sin aporte solar	54,3835	54,1970	53,8221	53,6688
	Con aporte solar	52,2083	50,1757	47,5014	49,7103
Emisiones de CH_4 (g/día)	Sin aporte solar	1028,93	1025,40	1018,31	1015,41
	Con aporte solar	987,776	949,320	898,722	940,514
Emisiones de N_2O (g/día)	Sin aporte solar	99,8962	99,5537	98,8650	98,5834
	Con aporte solar	95,9006	92,1670	87,2545	91,3120

COMPARACIÓN DE RESULTADOS POR ESTACIONES.

Consumo de combustible.

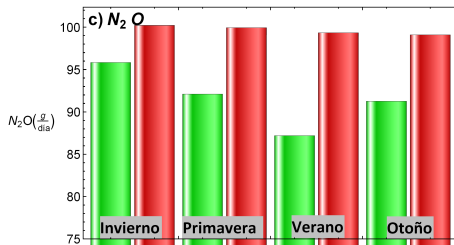
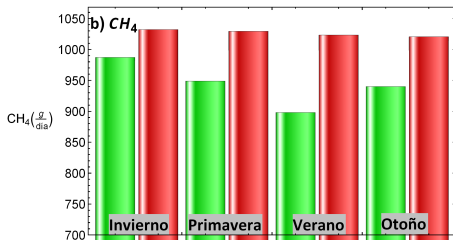
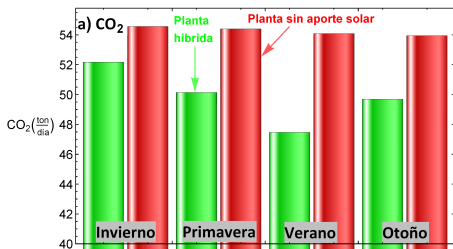
	<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
Consumo sin aporte solar (ton/día)	21,9772	21,9018	21,7503	21,6883
Consumo con aporte solar (ton/día)	21,0981	20,2767	19,1960	20,0886
Ahorro (%)	4,00005	7,41994	11,7437	7,37587

Emisiones contaminantes.

		<i>Invierno</i>	<i>Primavera</i>	<i>Verano</i>	<i>Otoño</i>
Emisiones de CO_2 (ton/día)	Sin aporte solar	54,3835	54,1970	53,8221	53,6688
	Con aporte solar	52,2083	50,1757	47,5014	49,7103
Emisiones de CH_4 (g/día)	Sin aporte solar	1028,93	1025,40	1018,31	1015,41
	Con aporte solar	987,776	949,320	898,722	940,514
Emisiones de N_2O (g/día)	Sin aporte solar	99,8962	99,5537	98,8650	98,5834
	Con aporte solar	95,9006	92,1670	87,2545	91,3120

COMPARACIÓN DE RESULTADOS POR ESTACIONES.

Emisiones contaminantes.



5.- Conclusiones.

CONCLUSIONES.

- Se ha desarrollado un modelo termodinámico no estacionario para una planta de generación de energía eléctrica basada en la hibridación de un campo de heliostatos con concentrador de torre central y una turbina de gas de ciclo Brayton.
- El sistema se describe desde el punto de vista termodinámico, con un número reducido de parámetros, cada uno de ellos de claro contenido físico.
- Las ecuaciones finales para los parámetros de salida (eficiencias, potencia, temperaturas y consumo de combustible) dependen de factores que cuantifican las pérdidas en cada uno de los subsistemas y en los intercambiadores de calor.
- El modelo permite hacer un seguimiento en función del tiempo de cualquiera de los parámetros del sistema.

CONCLUSIONES.

- Se ha desarrollado un modelo termodinámico no estacionario para una planta de generación de energía eléctrica basada en la hibridación de un campo de heliostatos con concentrador de torre central y una turbina de gas de ciclo Brayton.
- El sistema se describe desde el punto de vista termodinámico, con un número reducido de parámetros, cada uno de ellos de claro contenido físico.
- Las ecuaciones finales para los parámetros de salida (eficiencias, potencia, temperaturas y consumo de combustible) dependen de factores que cuantifican las pérdidas en cada uno de los subsistemas y en los intercambiadores de calor.
- El modelo permite hacer un seguimiento en función del tiempo de cualquiera de los parámetros del sistema.

CONCLUSIONES.

- Se ha desarrollado un modelo termodinámico no estacionario para una planta de generación de energía eléctrica basada en la hibridación de un campo de heliostatos con concentrador de torre central y una turbina de gas de ciclo Brayton.
- El sistema se describe desde el punto de vista termodinámico, con un número reducido de parámetros, cada uno de ellos de claro contenido físico.
- Las ecuaciones finales para los parámetros de salida (eficiencias, potencia, temperaturas y consumo de combustible) dependen de factores que cuantifican las pérdidas en cada uno de los subsistemas y en los intercambiadores de calor.
- El modelo permite hacer un seguimiento en función del tiempo de cualquiera de los parámetros del sistema.

CONCLUSIONES.

- Se ha desarrollado un modelo termodinámico no estacionario para una planta de generación de energía eléctrica basada en la hibridación de un campo de heliostatos con concentrador de torre central y una turbina de gas de ciclo Brayton.
- El sistema se describe desde el punto de vista termodinámico, con un número reducido de parámetros, cada uno de ellos de claro contenido físico.
- Las ecuaciones finales para los parámetros de salida (eficiencias, potencia, temperaturas y consumo de combustible) dependen de factores que cuantifican las pérdidas en cada uno de los subsistemas y en los intercambiadores de calor.
- El modelo permite hacer un seguimiento en función del tiempo de cualquiera de los parámetros del sistema.

CONCLUSIONES.

- El modelo ha quedado validado utilizando la planta del Proyecto SOLUGAS.
- La eficiencia del subsistema solar (η_s) es aproximadamente constante durante las horas de insolación.
 - La eficiencia de la turbina (η_h) permanece aproximadamente constante a lo largo de todo el día.
 - El rendimiento global (η) se mantiene constante por la noche y disminuye durante las horas de insolación.
 - El rendimiento económico (η_e) tiene forma parabólica.
- El número de horas de insolación se ha demostrado determinante en la evolución estacional de las curvas de eficiencias de la planta.

CONCLUSIONES.

- El modelo ha quedado validado utilizando la planta del Proyecto SOLUGAS.
 - La eficiencia del subsistema solar (η_s) es aproximadamente constante durante las horas de insolación.
 - La eficiencia de la turbina (η_h) permanece aproximadamente constante a lo largo de todo el día.
 - El rendimiento global (η) se mantiene constante por la noche y disminuye durante las horas de insolación.
 - El rendimiento económico (η_e) tiene forma parabólica.
-
- El número de horas de insolación se ha demostrado determinante en la evolución estacional de las curvas de eficiencias de la planta.

CONCLUSIONES.

- El modelo ha quedado validado utilizando la planta del Proyecto SOLUGAS.
- La eficiencia del subsistema solar (η_s) es aproximadamente constante durante las horas de insolación.
- La eficiencia de la turbina (η_h) permanece aproximadamente constante a lo largo de todo el día.
- El rendimiento global (η) se mantiene constante por la noche y disminuye durante las horas de insolación.
- El rendimiento económico (η_e) tiene forma parabólica.
- El número de horas de insolación se ha demostrado determinante en la evolución estacional de las curvas de eficiencias de la planta.

CONCLUSIONES.

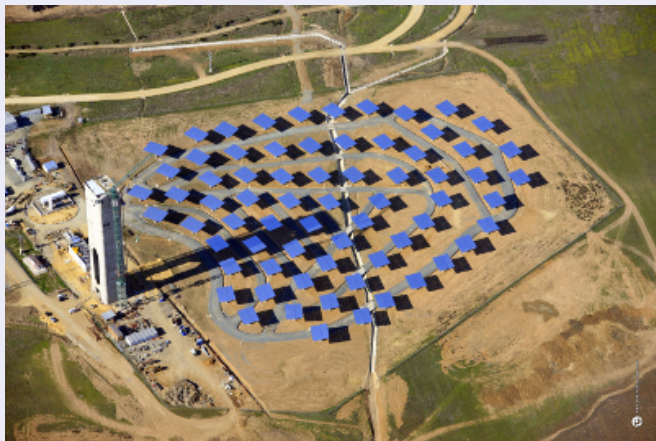
- La potencia de salida de la planta permanece aproximadamente constante para condiciones estacionales y meteorológicas cualesquiera; por lo que se ha cumplido el objetivo de que el suministro de energía eléctrica no dependa de dichas condiciones.
- Este tipo de plantas termosolares resultan muy interesantes desde el punto de vista del ahorro del consumo de combustibles fósiles y de emisiones de contaminantes en regiones con alta radiación solar y poca disponibilidad de agua.

CONCLUSIONES.

- La potencia de salida de la planta permanece aproximadamente constante para condiciones estacionales y meteorológicas cualesquiera; por lo que se ha cumplido el objetivo de que el suministro de energía eléctrica no dependa de dichas condiciones.

- Este tipo de plantas termosolares resultan muy interesantes desde el punto de vista del ahorro del consumo de combustibles fósiles y de emisiones de contaminantes en regiones con alta radiación solar y poca disponibilidad de agua.

FIN



Gracias