9. Conclusiones y trabajos futuros

9.1. Trabajos futuros

9.1.1. Simulaciones en base al presente diseño: variaciones de parámetros

Uno de los principales atractivos del proyecto es la posibilidad que ofrece TRNSYS de hacer distintas simulaciones donde observar el comportamiento de los distintos elementos que integran la instalación, lo cual nos permite obtener conclusiones sobre el desempeño y la rentabilidad de las múltiples soluciones de diseño disponibles. Por ello, se podrían llevar a cabo una serie de simulaciones, tras las cuales se procedería a analizar los resultados para extraer conclusiones.

Las simulaciones se deberían hacer tomando como referencia un caso base en cada una de las zonas climáticas, cuyas características podrían ser las empleadas en el presente proyecto:

- 14 paneles fotovoltaicos.

- Número máximo de motores: 4. El resto de la energía necesaria sería comprada a la red eléctrica.

- 12 paneles solares térmicos.

- Volumen de acumulación de ACS: 2000 litros.

- Volumen de acumulación de calefacción: 2000 litros.

- Bomba 3 funcionando siempre para los meses de invierno.

En torno a ese caso base, se podrían ir haciendo las simulaciones que se muestran a continuación, repetidas para cada una de las cinco zonas climáticas:

- Variación del número de paneles fotovoltaicos. Se tomarían los valores de cada zona asignados para los voltajes máximos y mínimos de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor ($V_{\min \text{ mppt}}$ y $V_{\max \text{ mppt}}$), y para su voltaje máximo admisible ($V_{\max \text{ inv}}$). El número de paneles asignado para cada uno de dichos valores, y por zona climática serían los siguientes:

	$V_{\min \text{ mppt}}$	$V_{\max \text{ mppt}}$	$V_{\max \text{ inv}}$
A3	7	15	22
B4	8	14	22
C2	7	14	22
D3	7	14	22
E1	7	14	22

Tabla 9.1: Números de paneles fotovoltaicos a emplear

-Variación del número de motores de gas natural: si se observa que el último motor que tenga que entrar en funcionamiento en cada zona climática lo hace muy pocas horas al año, se analizaría la posibilidad de prescindir de dicho motor para en su lugar tomar de la red eléctrica la energía que generaría.

-Número de paneles solares térmicos: se harían simulaciones para 0, 6, 12 y 18 paneles, con sus correspondientes volúmenes de acumulación medio recomendados.

-Volumen de acumulación de ACS: se variaría entre los valores $V_{\min}$, V_{medio} y $V_{\max}$ recomendados para los 12 captadores del caso base, es decir: 1000, 2000 y 3000 litros.

-Volumen depósito de calefacción: se variaría para valores de: 750, 1000, 2000 y 3000 litros.

-Variación del controlador de la bomba 3: se harían las simulaciones para los siguientes modos de activación de la bomba:

+ Activarla siempre que haya demanda de calefacción.

+ Activarla siempre durante los meses de invierno. Una vez observados los datos de las demandas, se ha determinado que se podrían activar las bombas para los siguientes períodos:

ZONA CLIMÁTICA	PERÍODO
A3	T<3200h, T>7280h
B4	T<1760h, T>7830h
C2	T<3320h, T>6510h
D3	T<3300h, T>7110h
E1	T<3330h, T>6500h

Tabla 9.2: Períodos de funcionamiento de la bomba 3

+ Activarla siempre que la temperatura de salida del acumulador hacia el consumo sea menor a 85 °C, durante los meses de invierno.

Aparte de todas las simulaciones que se han indicado (todas ellas en torno al caso base), se podrían analizar los resultados en las siguientes configuraciones, para tomarlas como referencia de cara a determinar la rentabilidad del sistema:

- Analizar la situación sin acumuladores.
- Analizar la situación variando las temperaturas de consigna de ACS y calefacción.
- Analizar la situación sin aprovechar el calor residual de los motores.

Datos de salida a obtener en cada simulación

En cada simulación se deberían obtener una serie de datos que sirvan para hacer posteriormente los balances necesarios para determinar la rentabilidad del sistema, y poder compararlo con otras configuraciones.

Los datos de salida deberían ser por lo tanto los siguientes para cada hora del año:

- Producción fotovoltaica.
- Energía extraída de la red eléctrica.
- Producción eléctrica de los motores de gas natural.
- Número de motores en funcionamiento.
- Calor residual aprovechable de los motores.
- Producción de los paneles solares térmicos.
- Contribución solar.
- Demanda de ACS.
- Demanda de refrigeración.
- Demanda eléctrica de refrigeración.
- Demanda de calefacción.
- Potencia requerida por la caldera de ACS.

- Potencia requerida por la caldera de calefacción.
- Consumo de combustible de los motores de gas natural.
- Consumo de combustible de la caldera de ACS.
- Consumo de combustible de la caldera de calefacción.

9.1.2. Otras soluciones de diseño

Existen infinitas variaciones en el diseño de la instalación que ha acometido este proyecto, y por ello se hizo necesario acotar el análisis a determinadas configuraciones. No obstante, procedemos en este capítulo a detallar una serie de posibilidades que se han observado y podrían resultar atractivas de cara a optimizar la rentabilidad del sistema.

9.1.2.1. Apoyo del calor residual de los motores a la caldera de ACS

Una de las conclusiones obtenidas tras el análisis de los resultados ha sido que el consumo de la caldera de ACS es alto. En un principio se consideró que el calor residual de los motores se iba a aprovechar sólo como apoyo a la caldera de calefacción. Sin embargo, se ha observado que dicha contribución es mínima para aquellas zonas climáticas cuyas demandas de calefacción son bajas, mientras que la demanda de ACS es más significativa durante todo el año.

Por ello, una posible medida futura sería emplear el calor residual de los motores como aportación energética tanto a la caldera de ACS como a la de calefacción.

9.1.2.2. Instalación aislada: almacenamiento de energía eléctrica en baterías

Otra posibilidad que podría resultar atractiva sería almacenar los excedentes de energía fotovoltaica en baterías, de forma que se pudiera emplear en casos de baja demanda, evitando el encendido de los motores a bajos rendimientos, y tener que comprar la energía de la red eléctrica. Para ello, sería conveniente la inclusión de un mayor número de paneles fotovoltaicos que en el caso del presente proyecto.

De esta forma, podríamos conseguir una instalación aislada de la red eléctrica, sin tener que asumir los costes e inconvenientes que su conexión conlleva.

9.1.2.3. Venta de los excedentes de energía eléctrica

En los últimos años ha habido un gran aumento del número de instalaciones fotovoltaicas en la edificación, que contaban con primas para la venta de la energía eléctrica. Era una posibilidad muy atractiva, pero debido a la situación actual de la legislación, donde dichas primas se han suprimido, no se optó por considerar dicha opción en el presente proyecto. Sin embargo, si cambiara la situación en el futuro, sería una posibilidad a tener en cuenta, pues podría incrementar de forma notoria la rentabilidad del sistema.

9.2. Conclusiones

El proyecto realizado ha cumplido las expectativas que se tenían antes de abordarlo. En primer lugar, aprender de forma más que aceptable el manejo de una herramienta de software tan útil como lo es TRNSYS para distintas instalaciones. Se ha entendido como funciona, que componentes existen, como diseñarlos, variar los parámetros, conectar unos componentes a otros, etc. También como obtener los resultados de salida de distintas formas, así como variar la forma de los datos de entrada, el tiempo de simulación, los métodos de interpolación usados, y otros muchos aspectos. A su vez, se ha aprendido a utilizar los distintos manuales oficiales disponibles de TRNSYS, lo cual facilitará de cara al futuro la consulta de información cuando se tenga que proceder al diseño de elementos distintos a los ya conocidos por estar incluidos en el presente proyecto.

Por otro lado, se han extraído una serie de conclusiones acerca de este tipo de instalaciones. Como ya se ha podido ver, las configuraciones que se han estudiado son muy prometedoras, sobre todo en términos de emisiones, pero los esfuerzos deben ir encaminados a una disminución de sus costes, para que en un futuro no muy lejano puedan resultar rentables, lo cual no ocurre en la actualidad.

También mencionar que el estudio realizado ha incluido una serie de análisis que no se encuentran normalmente en los estudios de este tipo de instalaciones, como lo puede ser el consumo eléctrico del edificio, o el perfil de consumo del agua caliente sanitaria. El cálculo del perfil del consumo eléctrico no fue encontrado en la bibliografía existente, por lo que hubo que confeccionarlo a partir de una serie de gráficas de un proyecto de investigación.

Por último, se han ampliado los conocimientos acerca de la confección de los costes de ciclo de vida, así como nociones sobre generación distribuida, cogeneración, y una visión global de las distintas alternativas de diseño existentes.