

CÁLCULO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE UN REACTOR DE FUSIÓN

Objetivo del trabajo.

A partir de una estimación de los costes de un reactor de Fusión por confinamiento magnético, considerándole un tiempo de operación de 15 años y teniendo en cuenta el precio del kWh eléctrico, calcular la potencia que debe tener dicho reactor para ser rentable

Presentación del trabajo.

El trabajo se presentará escrito a máquina o impresora de ordenador. Constará al menos de los siguientes apartados:

- Breve introducción (unas 3 páginas) sobre la Energía Nuclear de Fusión.
- Descripción del cálculo que se pretende hacer y del procedimiento empleado.
- Resultados obtenidos
- Discusión y comentario de los resultados

Para cualquier dato que se emplee en el trabajo se deberá citar de donde se obtuvo.

Procedimiento

Los datos y expresiones teóricas que se necesiten para resolver el problema se obtendrán fundamentalmente de búsquedas en Internet, de la biblioteca de la Universidad y de consultas con el profesor.

Algunas direcciones útiles para iniciar la búsqueda son:

www.iter.org

ITER (reactor de fusión internacional)

www-fusion.ciemat.es/New_fusion/es/

Laboratorio Español de Fusión.

Guía del cálculo

Para realizar el cálculo debemos plantear una ecuación donde los gastos anuales equivalen a los ingresos por venta de electricidad en un reactor de potencia P.

Cálculo de los ingresos. En reactor con potencia de Fusión P(kW) consideraremos que se convierte en electricidad solamente un 30% de su potencia. La energía eléctrica generada al año (en kWh) será entonces el producto de su potencia eléctrica por el número de horas de operación que tenga al año. Supondremos que teniendo en cuenta las paradas de mantenimiento el reactor funciona un 80% del tiempo.

No toda la energía eléctrica generada se puede vender, una parte (el 25%) será necesaria para alimentar las bobinas de campo magnético y el control del reactor. Los ingresos se obtienen entonces de la venta de la energía eléctrica sobrante a un precio de 0,05€ el kWh

Cálculo de los gastos. Tendremos en cuenta dos tipos de gasto, los generados por la construcción del reactor y los debidos a la explotación del mismo

Para estimar los gastos de construcción consideraremos que el reactor ITER tendrá una potencia de fusión de 410 MW y va a costar unos 4600 M€. El coste será mayor cuanto mayor sea la potencia del reactor. La potencia crece con el volumen del reactor, pero lo que hay que construir son las paredes y las bobinas magnéticas. Se puede considerar entonces que el coste crece con la raíz cuadrada de la potencia. Es decir que el coste de construcción será:

$$C_o = 4600 \sqrt{\frac{P(\text{MW})}{410}} \text{ M€}$$

Si el coste inicial C_o , queremos amortizarlo en N años con un interés efectivo r, cada uno de esos N años deberemos pagar la cantidad:

$$C_{\text{anual}} = C_o \frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1}$$

Podemos considerar en nuestro caso que lo pagamos en $N = 15$ años con un tipo de interés efectivo $r = 5\% = 0,05$

Por su parte los gastos de explotación incluyen personal, compra de combustible, mantenimiento y tratamiento de residuos. Supondremos que todos estos gastos son proporcionales a la potencia y tomaremos como dato que estos gastos supondrán en el reactor ITER alrededor de los 160 M€ al año.

Por último igualando gastos e ingresos es fácil obtener el valor de la potencia de fusión que debe tener el reactor para ser rentable.