

### **CASO3. LEVA TIPO 8:**

Esta leva es idéntica a la anterior en lo que se refiere a las dimensiones, masa e inercias del mecanismo, pero difiere en los datos de levantamiento y velocidad, que son los que acompaño. En este caso, la leva no es simétrica e interesa minimizar las velocidades en las proximidades del inicio del levantamiento. Esto es para que haga menos ruido la válvula de escape al abrir.

#### DATOS CINEMÁTICOS

La velocidad de giro de la leva es de 1500 rpm. El diseño mejor será aquel que minimice la velocidad para el desplazamiento de 0,5 mm y presente la mínima fuerza máxima. Debe considerarse que nunca puede haber fuerzas negativas, pues eso indicaría que hay separación entre elementos y por tanto choques. La fuerza mínima de contacto en cualquier ángulo de giro del árbol de levas debe ser de 100 N.

ÁNGULO (°)	DESPLAZAMIENTO BARRA 6 (mm)	VELOCIDAD (m/s)	ACELERACIÓN (m/s <sup>2</sup> )
20	0	0	0
30	0,5	0,2 - 0,5	
110	9,0	0,0	
130	9,0	0,0	
190	0,5	0,2 - 0,5	
200	0	0	0
Resto con desplazamiento nulo.			

Las magnitudes con un rango indican que siempre que el movimiento final esté dentro de éste la leva es posible.

Los ejemplos que se presentan a continuación difieren de los ejemplos del CASO 2 unicamente en que ahora, en el tramo de 30° a 110°, no se han puesto puntos intermedios, siendo la curva en ese tramo un único polinomio de quinto grado, que está determinado por las condiciones en los extremos. El resto de la curva, así como las condiciones en 30° y en 110°, son idénticas al CASO 2.

Es posible simplificar así, pues el RADIO DE CURVATURA mínimo en el tramo simplificado es mayor que el RADIO DE CURVATURA mínimo fuera del tramo. Esto es debido a que el tramo se ha ampliado con respecto al CASO 2.

#### EJEMPLO 1:

En este primer ejemplo se ha optimizado permitiendo que la velocidad en 30° llegue hasta .5 m/s, con lo que hay menos problemas para evitar cúspides y podemos definir la leva con un DMIN= 27mm.

La matriz PUNTOS que define la curva de entrada se encuentra en el fichero 'caso3\_ej1', y es la siguiente:

PUNTOS=

0	0	0	0
20	0	0	0
22	0.0000	0.3928	1875.3
24	0.0002	0.5472	-89.7
26	0.0003	0.5325	-129.8
28	0.0004	0.4846	-204.1
30	0.0005	0.4744	1017.9
110	0.0090	0	0
130	0.0090	0	0
140	0.0088	-0.4805	-448.7
150	0.0079	-1.0398	-478.9
160	0.0065	-1.5230	-381.4
170	0.0045	-1.9835	-337.7
180	0.0021	-2.2644	72.9
190	0.0005	-0.4744	1017.9
192	0.0004	-0.4846	-204.1
194	0.0003	-0.5325	-129.8
196	0.0002	-0.5472	-89.7
198	0.0000	-0.3928	1875.3
200	0	0	0
360	0	0	0

Ejecutando 'intent1', se obtienen los siguientes resultados:

La posición de la válvula: S (m); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

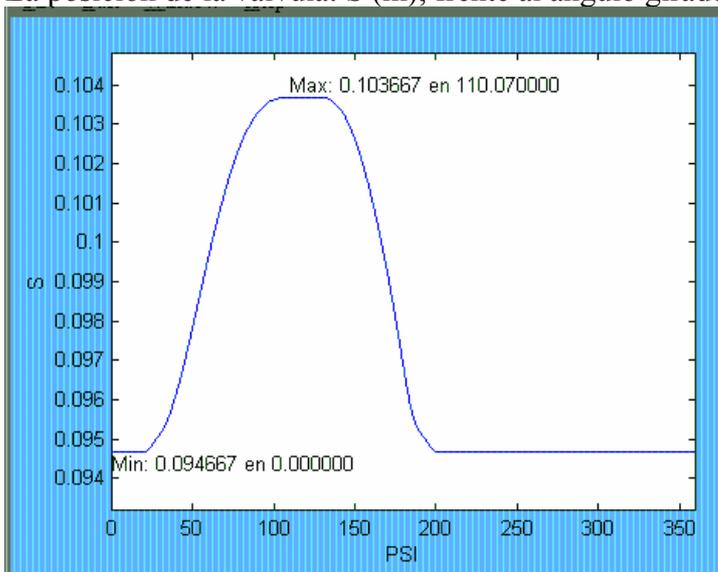


Figura 6.31

La aceleración de la válvula: ACEL\_S (m/s<sup>2</sup>); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

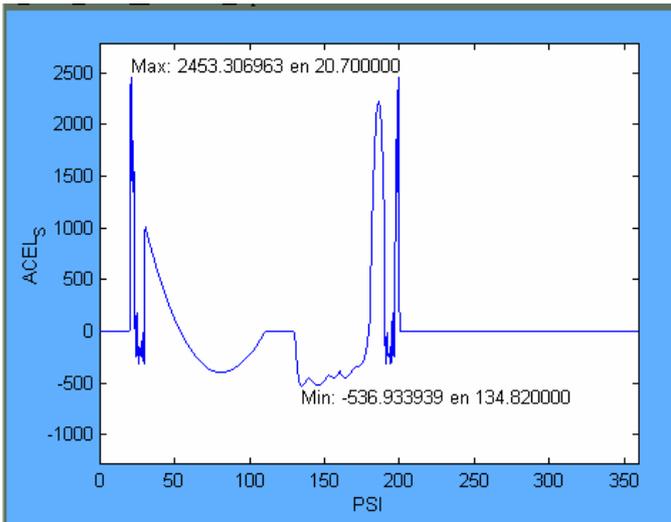


Figura 6.32

Comparando con los tramos de aceleración positiva, puede verse que los tramos de aceleración negativa son más largos, pero se alcanza un valor absoluto menor. Esto es así para evitar que el RADIO DE CURVATURA sea  $\leq 0$ , como ya se explicó.

La leva resultante:

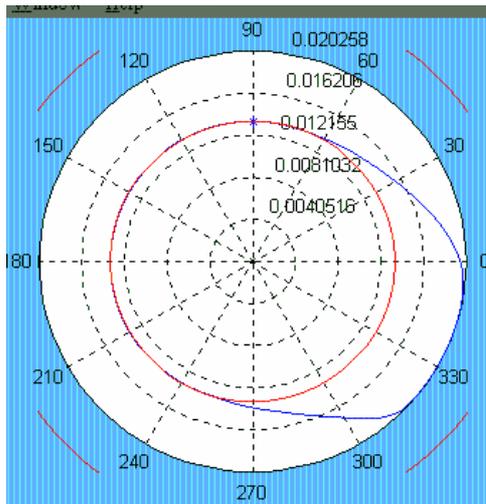


Figura 6.33

La curva azul es la leva, la circunferencia roja interior representa el diámetro DMIN, y la exterior representa el diámetro DMAX.

El RADIO DE CURVATURA (m); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

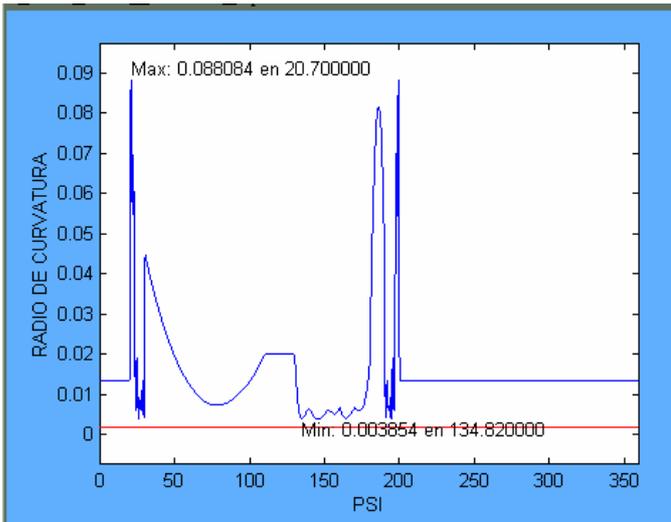


Figura 6.34

Puede verse como hemos conseguido alejarnos suficientemente de tener un RADIO DE CURVATURA menor o igual que cero. Esto se ha conseguido utilizando la función ‘matrizoptimizada’, para maximizar el mínimo RADIO DE CURVATURA. La línea roja es un parámetro que el usuario introduce :RADIO CURVATURA MIN(>0), y que no se debe traspasar.

La fuerza que se ejerce sobre el árbol de levas, en valor absoluto: |F12| (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

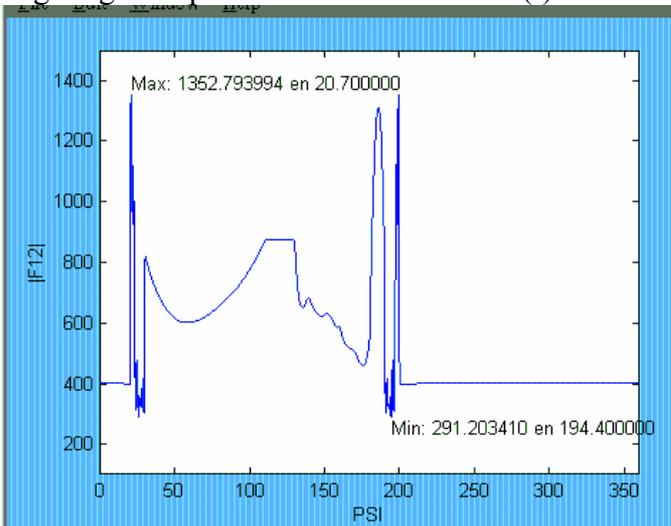


Figura 6.35

Puede verse que como consecuencia de los picos en la aceleración tenemos unos picos en la fuerza |F12|, que se ejerce sobre el árbol de levas. Si se quiere disminuir el valor máximo de la fuerza podemos disminuir el valor de PONDERA2 en la función ‘matrizoptimizada’ a la hora de optimizar la curva (en este caso se uso PONDERA2=60). De esta manera se disminuye la fuerza máxima, pero también disminuye el RADIO DE CURVATURA mínimo, con lo que nos acercamos a un RADIO DE CURVATURA  $\leq 0$ , y tendríamos que aumentar DMIN para aumentar el RADIO DE CURVATURA mínimo. En definitiva, se trata de una situación de compromiso.

La componente normal de la fuerza leva-seguidor: F23\_N (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

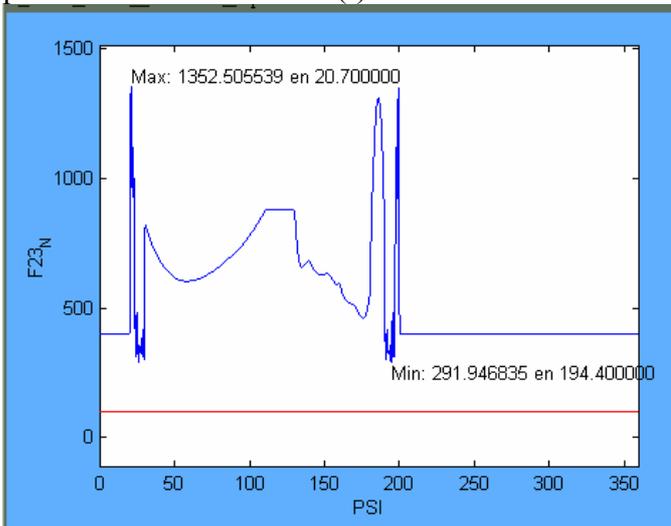


Figura 6.36

Si esta fuerza se hiciera negativa habría despegue. Podemos ver que no solo no se hace negativa, sino que está bastante por encima del valor de seguidad: FUERZA SEGURIDAD, representado por la línea roja.

La fuerza F56\_Y (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

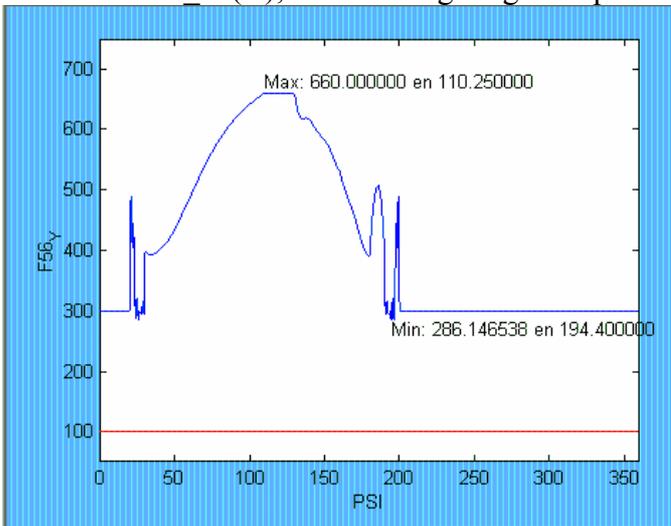


Figura 6.37

Si esta fuerza se hiciera negativa habría despegue. Podemos ver que no solo no se hace negativa, sino que está bastante por encima del valor de seguidad: FUERZA SEGURIDAD, representado por la línea roja.

El area de la leva vale: 7.40 cm<sup>2</sup>.

El trabajo consumido en el ciclo vale: 0 J, lo que era de esperar pues MU=0.

EJEMPLO2:

En este caso se ha limitado la velocidad en 30° a 0.4m/s. Esto hace que sea más difícil evitar las cúspides. Hay que subir DMIN hasta 33 mm para que el mínimo RADIO DE CURVATURA sea el mismo que en el ejemplo anterior.

Se toma MU=0.1, para calcular el ejemplo con rozamiento.

La matriz PUNTOS que define la curva de entrada se encuentra en el fichero 'caso3\_ej2', y es la siguiente:

PUNTOS=

0	0	0	0
20	0	0	0
22	0.0000	0.4538	1861.2
24	0.0002	0.5519	-284.4
26	0.0003	0.5426	-170.7
28	0.0004	0.4630	-335.1
30	0.0005	0.4000	334.9
110	0.0090	0	0
130	0.0090	0	0
140	0.0087	-0.5190	-615.9
150	0.0078	-1.1662	-602.4
160	0.0062	-1.7351	-537.1
170	0.0040	-2.0987	277.2
180	0.0018	-1.5855	212.3
190	0.0005	-0.4000	334.9
192	0.0004	-0.4630	-335.1
194	0.0003	-0.5426	-170.7
196	0.0002	-0.5519	-284.4
198	0.0000	-0.4538	1861.2
200	0	0	0
360	0	0	0

Ejecutando 'intent1', se obtienen los siguientes resultados:

La posición de la válvula: S (m); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

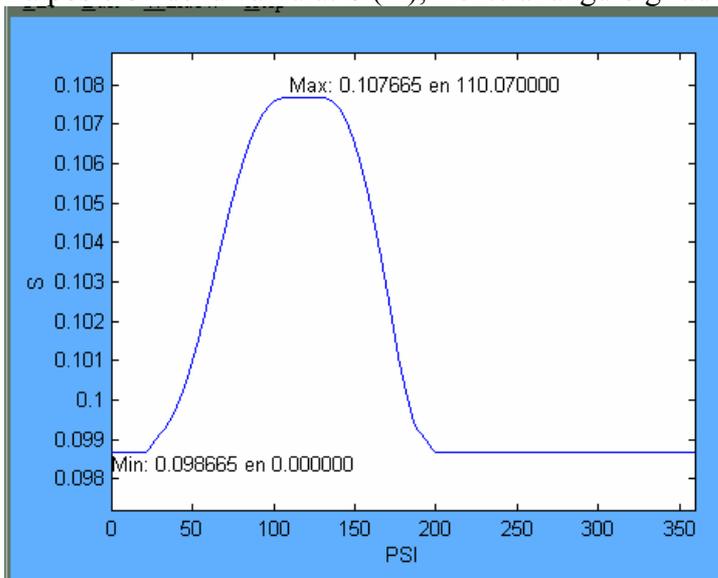


Figura 6.38

La aceleración de la válvula: ACEL\_S (m/s<sup>2</sup>); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

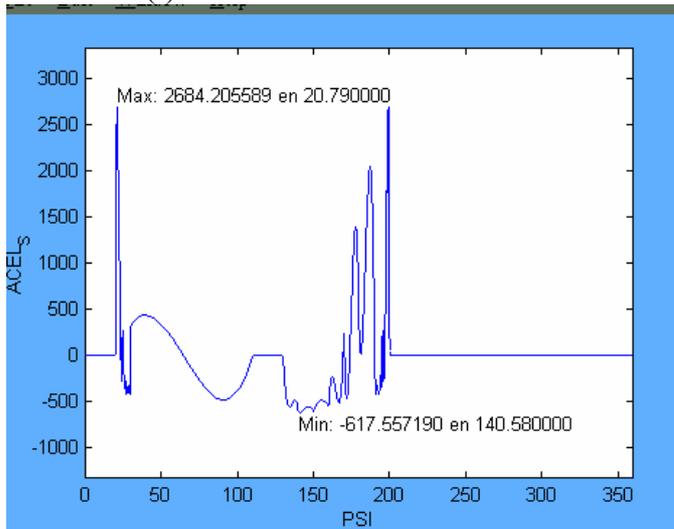


Figura 6.39

Comparando con los tramos de aceleración positiva, puede verse que los tramos de aceleración negativa son más largos, pero se alcanza un valor absoluto menor. Esto es así para evitar que el RADIO DE CURVATURA sea  $\leq 0$ , como ya se explicó.

La leva resultante:

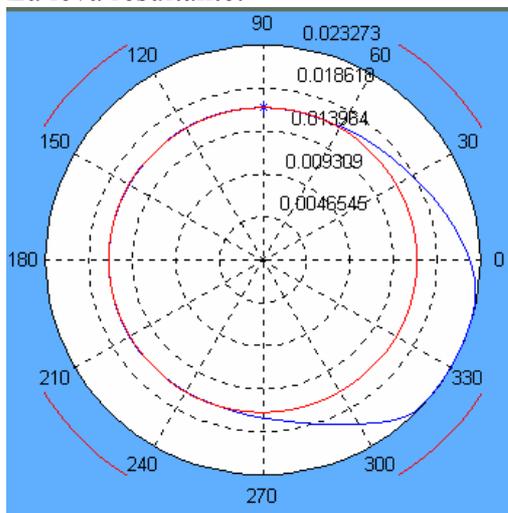


Figura 6.40

La curva azul es la leva, la circunferencia roja interior representa el diámetro DMIN, y la exterior representa el diámetro DMAX.

El RADIO DE CURVATURA (m); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

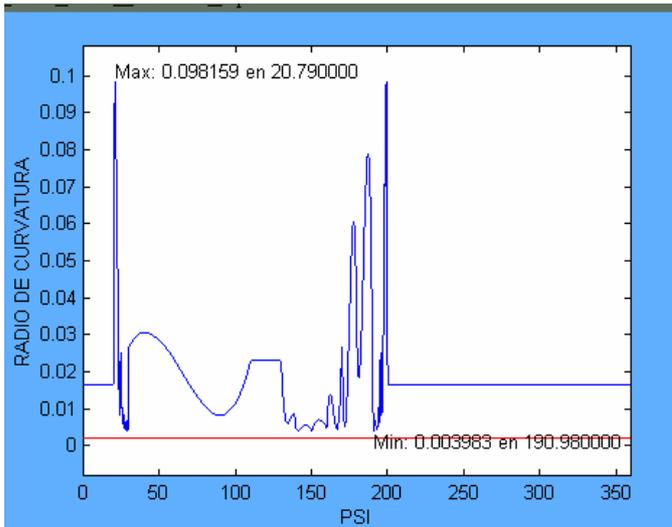


Figura 6.41

Puede verse como hemos conseguido alejarnos suficientemente de tener un RADIO DE CURVATURA menor o igual que cero. Esto se ha conseguido utilizando la función ‘matrizoptimizada’, para maximizar el mínimo RADIO DE CURVATURA.

La línea roja es un parámetro que el usuario introduce :RADIO CURVATURA MIN(>0), y que no se debe traspasar.

La fuerza que se ejerce sobre el árbol de levas, en valor absoluto:  $|F12|$  (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

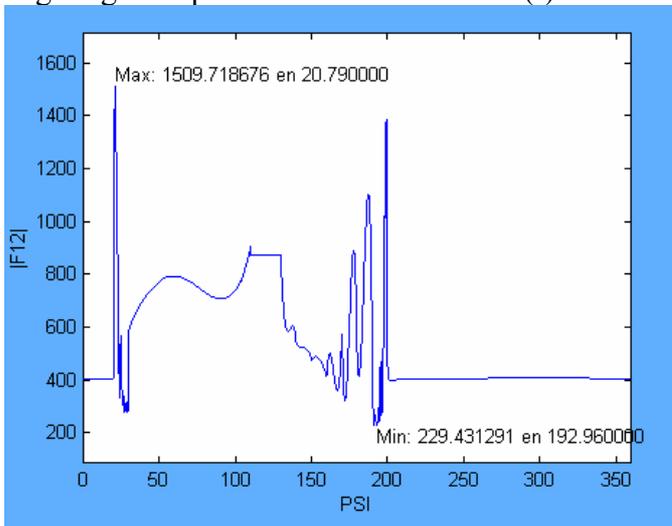


Figura 6.42

Puede verse que como consecuencia de los picos en la aceleración tenemos unos picos en la fuerza  $|F12|$ , que se ejerce sobre el árbol de levas. Si se quiere disminuir el valor máximo de la fuerza podemos disminuir el valor de PONDERA2 en la función ‘matrizoptimizada’ a la hora de optimizar la curva (en este caso se usó PONDERA2=60). De esta manera se disminuye la fuerza máxima, pero también disminuye el RADIO DE CURVATURA mínimo, con lo que nos acercamos a un RADIO DE CURVATURA  $\leq 0$ , y tendríamos que aumentar DMIN para aumentar el RADIO DE CURVATURA mínimo. En definitiva, se trata de una situación de compromiso.

La componente normal de la fuerza leva-seguidor: F23\_N (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

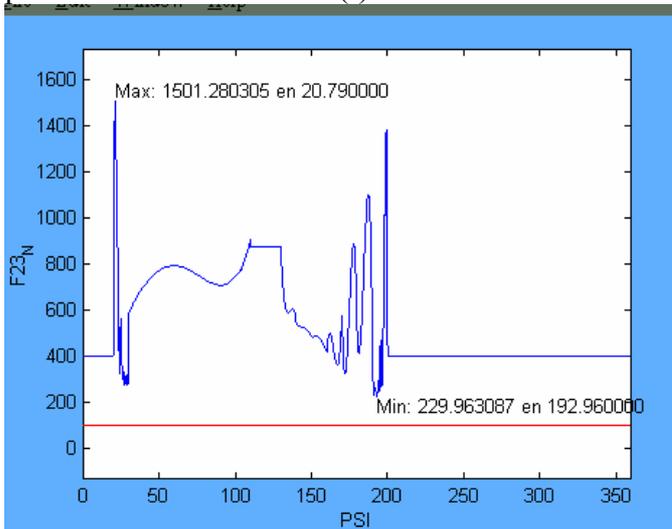


Figura 6.43

Si esta fuerza se hiciera negativa habría despegue. Podemos ver que no solo no se hace negativa, sino que está bastante por encima del valor de seguridad: FUERZA SEGURIDAD, representado por la línea roja.

La fuerza F56\_Y (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

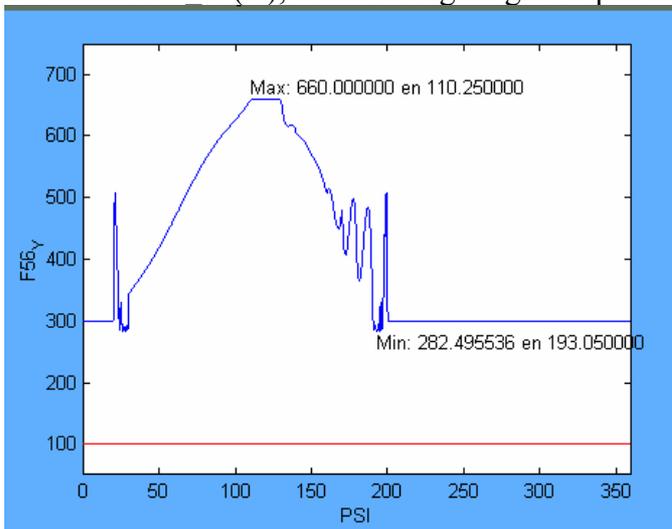


Figura 6.44

Si esta fuerza se hiciera negativa habría despegue. Podemos ver que no solo no se hace negativa, sino que está bastante por encima del valor de seguridad: FUERZA SEGURIDAD, representado por la línea roja.

El área de la leva vale: 10.50 cm<sup>2</sup>.

El trabajo consumido en el ciclo vale: 9.6 J.