

CASO2. LEVA TIPO 8:

En este modelo, el movimiento final sí es el de una válvula de escape, por lo que el movimiento es simétrico.

Los datos de partida son los siguientes:

L	200,0 mm
E	0,0 mm
DB	32,0 mm
SIGMA	0°
OMEGA_B	180°
DB2	30,0 mm
DB1	40,0 mm
IN01	200e-6
K2	215 mm
LG4	100mm
DV	90 mm
K1	30 mm
AC	5,0 mm
ACS	5,0 mm
M6	77 gr
FM0	300 N
M5	140 gr
RG5	0
OMEGA G5	0°
RINT B	5 mm
M4	125 gr
ING4	0
LSUP	33 mm
LINF	18 mm
ANCHO	32 mm
M3	30 gr

Otros datos que también necesita el programa se han tomado:

FUERZA SEGURIDAD	100 N		
KM	40 KN/m		
MU	0		
RINT_L	5e-3 m		
MASA_P_U_AREA	75 kg/m ²		
EXCENTRICIDAD_MAX	15e-3 m		
RADIO CURVATURA MIN(>0)	2e-3m		
DMAX=	0.050 m;	IGMAX=	0;
DMIN=	0.027m;	IGMIN=	1;

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 ²)
20	0	0	0
30	0,5	0,2 - 0,5	
90	9,0	0,0	
110	9,0	0,0	
APARTIR DE AQUÍ LA LEVA ES SIMÉTRICA			

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

Cuando se trata de construir la curva de entrada con los datos que se dan, optimizando para minimizar la aceleración igual que en el CASO 1, nos encontramos con que la leva no es posible: hay cambio de signo en el radio de curvatura.

Por este motivo, ahora hay que maximizar el mínimo radio de curvatura. Para ello se usa la función ‘matrizoptimizada’ con un valor de PONDERA2 grande, por ejemplo 60. Existe en el libro ‘Optimization of Cam Mechanism’ (ver bibliografía) una expresión para el radio de curvatura para el TIPO DE LEVA1:

$$\text{RADIO DE CURVATURA} = SS + d(d_SS/d_PSI)/d_PSI,$$

La función ‘matrizoptimizada’ no calcula el RADIO DE CURVATURA con esa expresión, sino que usa directamente la variable S en lugar de la SS: aproximadamente $S = \text{mínimo}(S) + \text{constante} * SS$, por lo que a la hora de buscar un extremo del RADIO DE CURVATURA puede usarse una u otra variable.

Se desprende de la ecuación que para que la leva exista debemos evitar aceleraciones negativas grandes. De aquí que las curvas que se obtienen para la aceleración tienen un tramo negativo grande, pero con valores no muy grandes en valor absoluto, mientras que el tramo donde se da la aceleración positiva es un tramo pequeño pero donde se alcanzan valores altos.

Por otro lado queremos que SS sea grande, para que el RADIO DE CURVATURA no cambie de signo al sumarle una aceleración negativa. Queremos entonces SS grande, para lo que necesitamos que el mínimo de SS sea grande, y esto implica que DMIN sea grande: de hecho en el segundo ejemplo que se presenta aquí, se sube DMIN alejarnos de una cúspide.

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 'caso2_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
40	0.0021	2.2644	72.9
50	0.0045	1.9835	-337.7
60	0.0065	1.5230	-381.4
70	0.0079	1.0398	-478.9
80	0.0088	0.4805	-448.7
90	0.0090	0	0
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 (°).

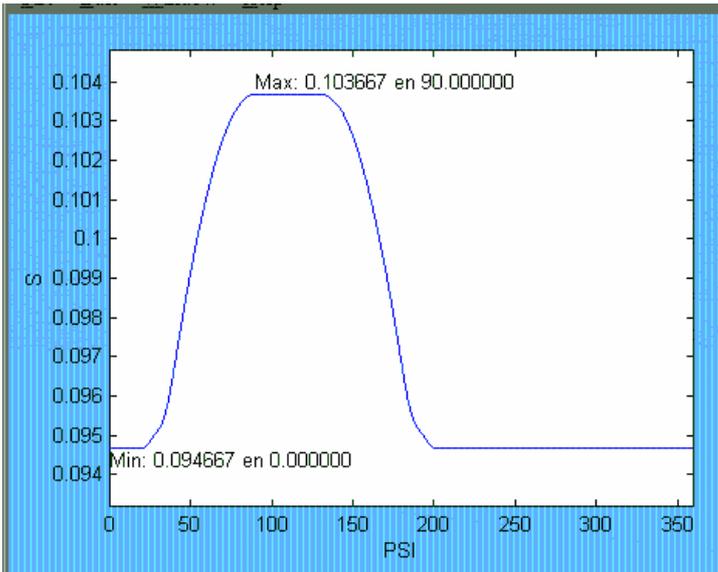


Figura 6.17

La aceleración de la válvula: ACEL_S (m/s²); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

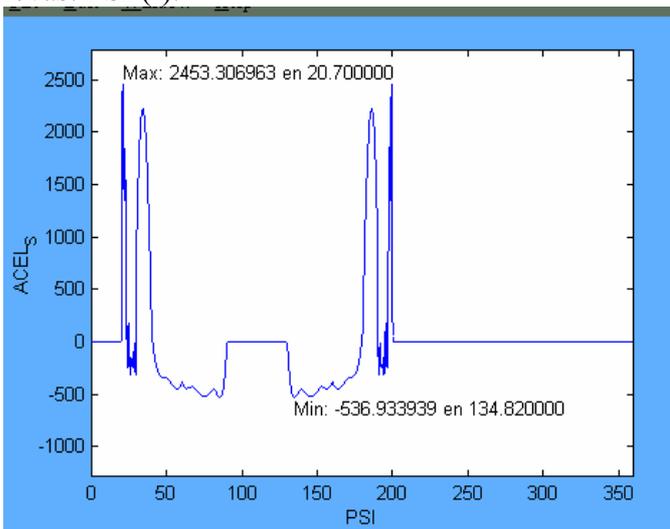


Figura 6.18

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 ≤ 0 , como ya se explicó.

La leva resultante:

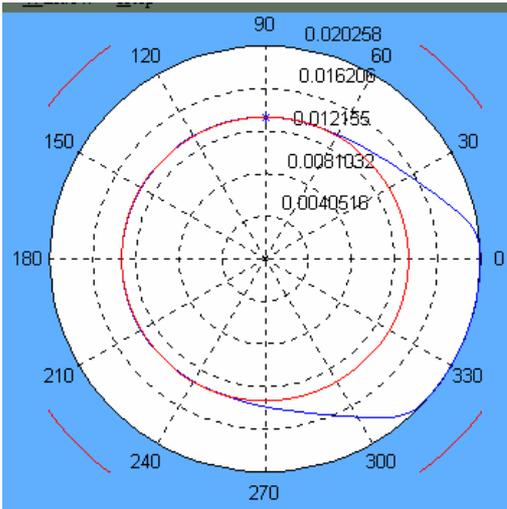


Figura 6.19

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 (°).

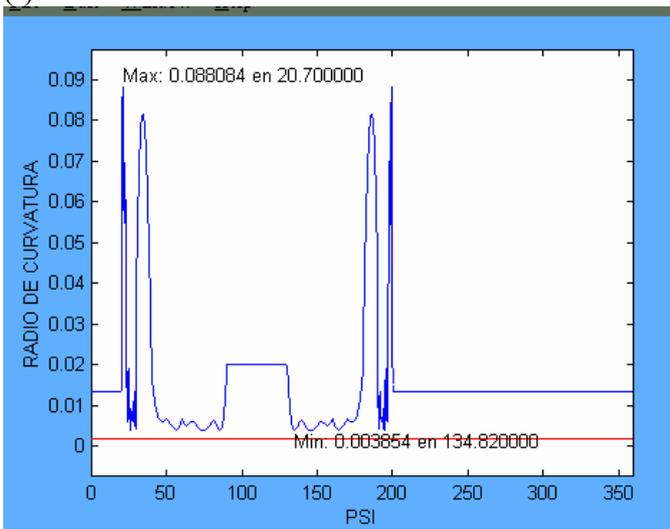


Figura 6.20

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 (°).

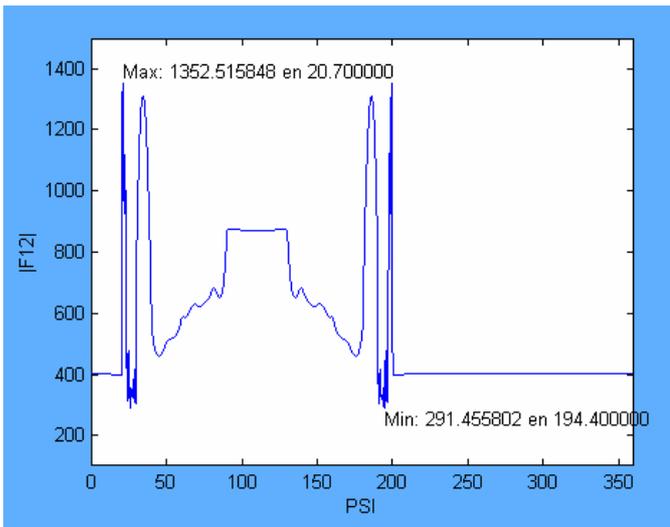


Figura 6.21

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 ≤ 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 ($^\circ$).

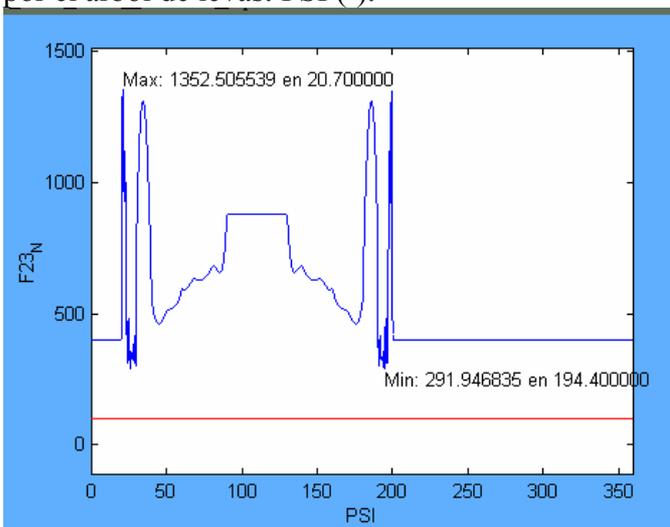


Figura 6.22

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: FUEZA SEGURIDAD, representado por la línea roja.

La fuerza F56_Y (N); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

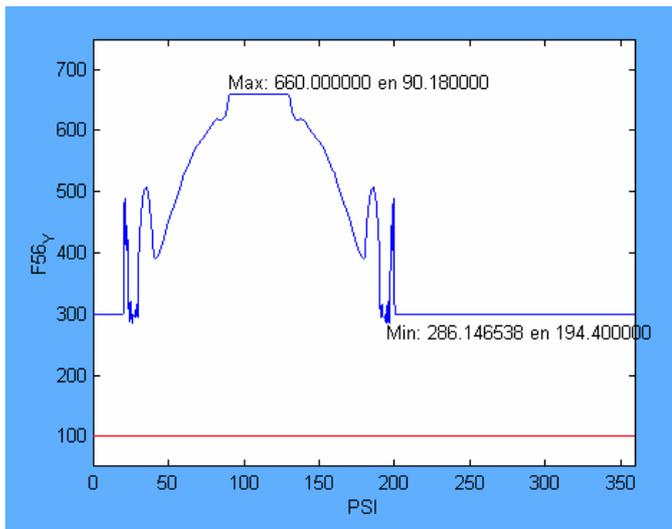


Figura 6.23

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: 7.49 cm².

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 'caso2_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
40	0.0018	1.5855	212.3
50	0.0040	2.0987	277.2
60	0.0062	1.7351	-537.1
70	0.0078	1.1662	-602.4
80	0.0087	0.5190	-615.9
90	0.0090	0	0
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 (°).

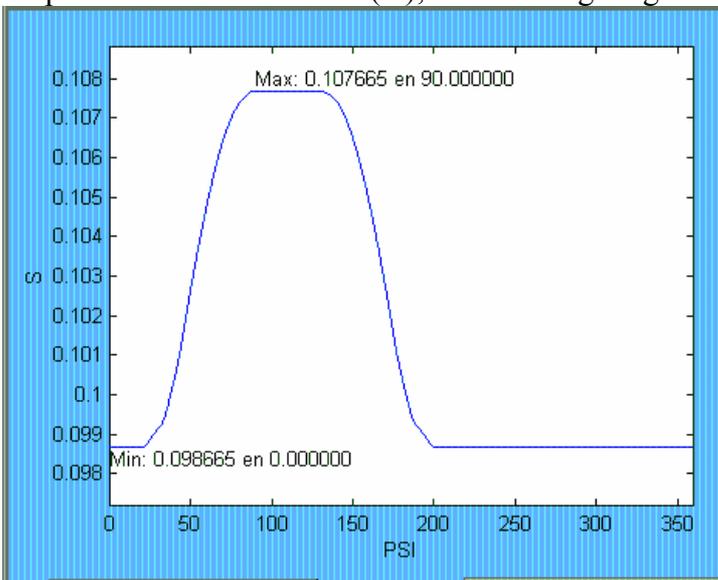


Figura 6.24

La aceleración de la válvula: ACEL_S (m/s²); frente al ángulo girado por el árbol de levas: PSI (°).

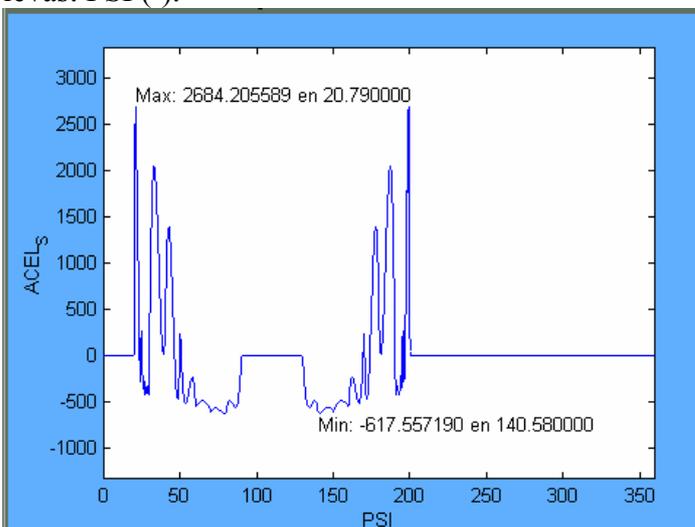


Figura 6.25

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 ≤ 0 , como ya se explicó.

La leva resultante:

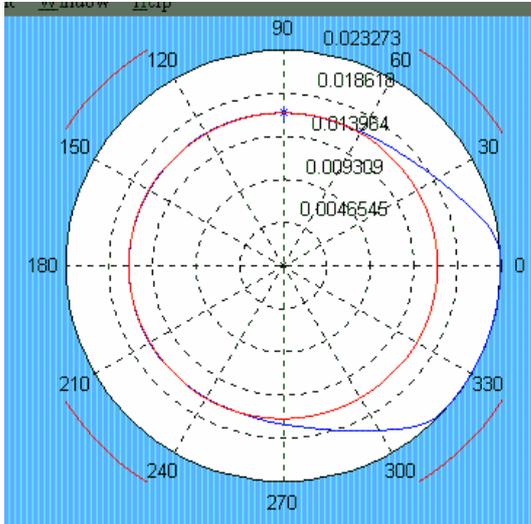


Figura 6.26

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 (°).

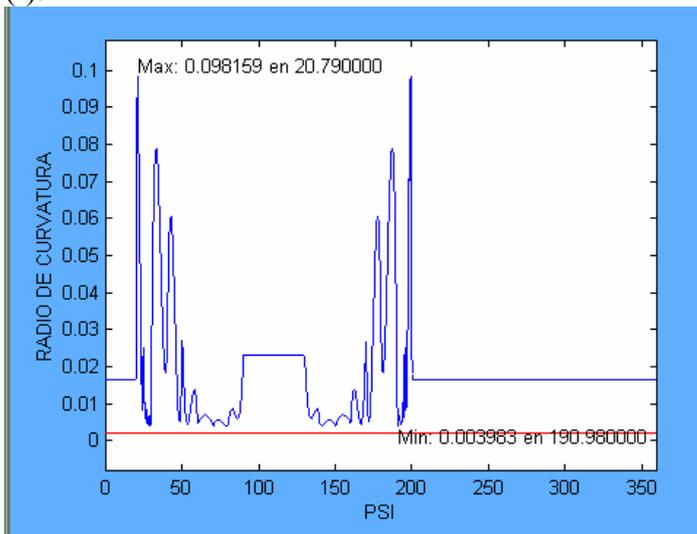


Figura 6.27

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 (°).

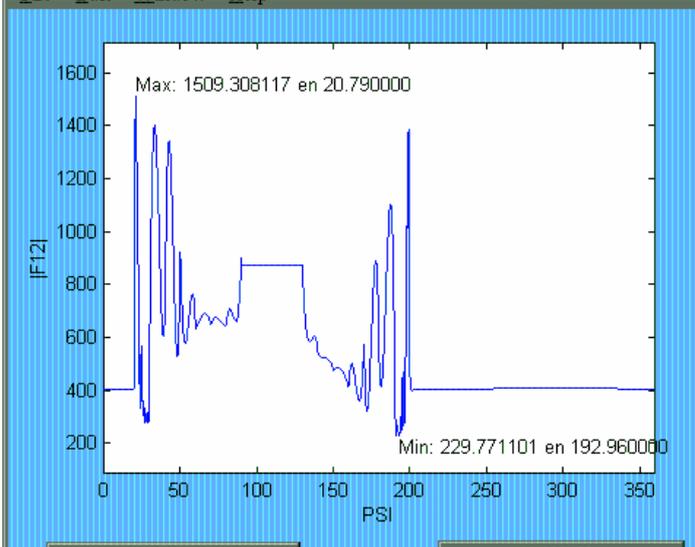


Figura 6.28

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 ≤ 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 (°).

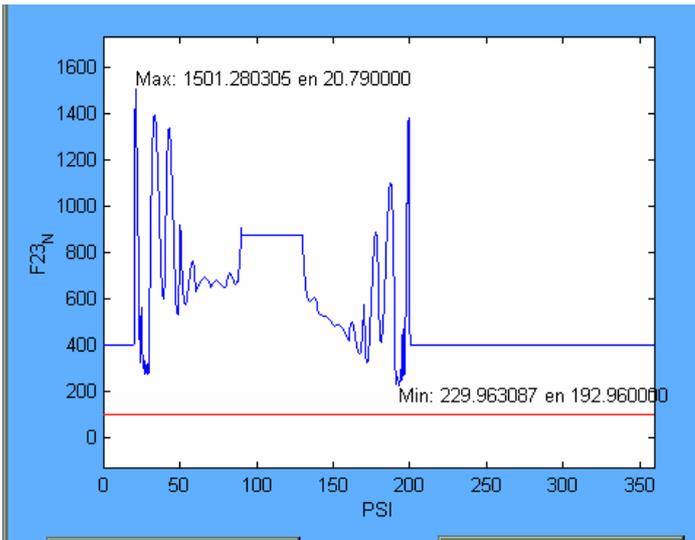


Figura 6.29

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 (°).

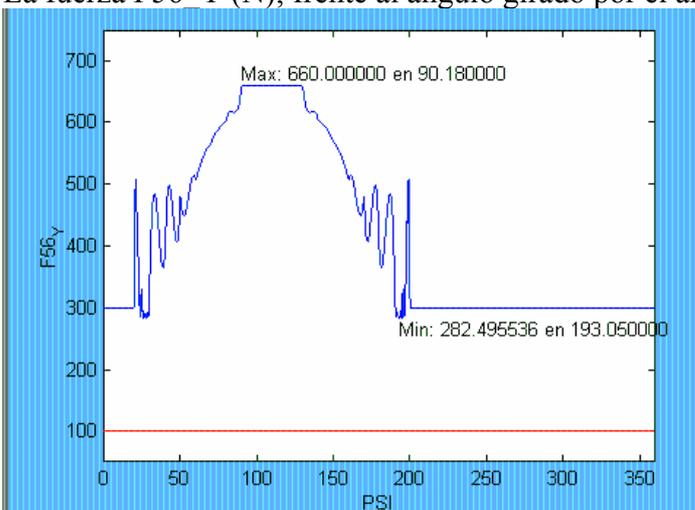


Figura 6.30

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 area de la leva vale: 10.68 cm².

El trabajo consumido en el ciclo vale: 10 J.