

DISEÑO DE UNA CAJA DE CAMBIOS DE SEIS MARCHAS

PFC2

|     | $\zeta$  | V        | Posicion | Mf      | Mt      | A       | k    | $\sigma_{mf}$ | k    | $\sigma_a$ | k    | $\tau_v$ | $\tau_t$ | $\sigma$ | $\tau$   | $\sigma_1$ | $\sigma_2$ | $\sigma_{eq}$ |
|-----|----------|----------|----------|---------|---------|---------|------|---------------|------|------------|------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|---------------|
| a   | 0,00E+00 | -5213,45 | 0,395    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 0,00E+00   | 1,00 | 1,26E+07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,26E+07 | 1,26E+07   | -1,26E+07  | 2,19E+07      |
| 1   | 1,11E-04 | -5213,45 | 0,385    | 781,10  | 0,00    | 0,00    | 1,30 | 2,36E+08      | 1,35 | 0,00E+00   | 1,15 | 1,45E+07 | 0,00E+00 | 2,36E+08 | 1,45E+07 | 2,37E+08   | -8,91E+05  | 2,38E+08      |
| R3  | 1,11E-04 | -5213,45 | 0,213    | 781,10  | 0,00    | 1718,92 | 1,00 | 1,09E+08      | 1,00 | 1,95E+06   | 1,00 | 7,87E+06 | 0,00E+00 | 1,11E+08 | 7,87E+06 | 1,11E+08   | -5,56E+05  | 1,12E+08      |
| 2   | 1,11E-04 | -5213,45 | 0,292    | 834,15  | 0,00    | 1718,92 | 1,35 | 1,57E+08      | 1,30 | 2,53E+06   | 1,15 | 9,05E+06 | 0,00E+00 | 1,59E+08 | 9,05E+06 | 1,60E+08   | -5,12E+05  | 1,60E+08      |
| B   | 5,54E-05 | -5213,45 | 0,284    | 834,15  | 500,00  | 1718,92 | 1,00 | 7,81E+07      | 1,00 | 1,37E+06   | 1,00 | 5,53E+06 | 2,34E+07 | 7,95E+07 | 2,34E+07 | 8,58E+07   | -6,38E+06  | 8,92E+07      |
| R4  | 5,54E-05 | 5255,71  | 0,290    | 1867,88 | 500,00  | 1718,92 | 1,00 | 1,75E+08      | 1,00 | 1,37E+06   | 1,00 | 5,58E+06 | 2,34E+07 | 1,76E+08 | 2,34E+07 | 1,79E+08   | -3,06E+06  | 1,81E+08      |
| 3   | 2,98E-04 | 5255,71  | 0,289    | 1204,06 | 500,00  | 1718,92 | 1,25 | 1,41E+08      | 1,35 | 1,85E+06   | 1,15 | 6,41E+06 | 2,69E+07 | 1,43E+08 | 2,69E+07 | 1,48E+08   | -4,91E+06  | 1,50E+08      |
| R1  | 2,98E-04 | 9554,45  | 0,176    | 1204,06 | 1195,83 | 3126,07 | 1,00 | 8,61E+07      | 1,00 | 1,97E+06   | 1,00 | 8,05E+06 | 4,27E+07 | 8,81E+07 | 4,27E+07 | 1,05E+08   | -1,73E+07  | 1,15E+08      |
| 4   | 2,98E-04 | 9554,45  | 0,168    | 1829,91 | 1195,83 | 3126,07 | 1,35 | 1,77E+08      | 1,35 | 2,67E+06   | 1,16 | 9,33E+06 | 4,96E+07 | 1,79E+08 | 4,96E+07 | 1,92E+08   | -1,28E+07  | 1,99E+08      |
| A   | 2,98E-04 | 9554,45  | 0,160    | 1829,91 | 1195,83 | 3126,07 | 1,00 | 9,73E+07      | 1,00 | 1,54E+06   | 1,00 | 6,28E+06 | 3,18E+07 | 9,88E+07 | 3,18E+07 | 1,08E+08   | -9,34E+06  | 1,13E+08      |
| R2  | 3,24E-05 | 9554,45  | 0,094    | 2249,81 | 1195,83 | 3126,07 | 1,35 | 1,61E+08      | 1,25 | 1,93E+06   | 1,15 | 7,23E+06 | 3,65E+07 | 1,63E+08 | 3,65E+07 | 1,71E+08   | -7,80E+06  | 1,75E+08      |
| 5   | 9,28E-05 | 9554,45  | 0,061    | 2249,81 | 1195,83 | 3126,07 | 1,00 | 1,51E+08      | 1,00 | 1,87E+06   | 1,00 | 7,63E+06 | 4,02E+07 | 1,53E+08 | 4,02E+07 | 1,63E+08   | -9,90E+06  | 1,68E+08      |
| D1  | 9,28E-05 | 23116,41 | 0,058    | 1661,17 | 1195,83 | 3126,07 | 1,35 | 1,51E+08      | 1,30 | 2,43E+06   | 1,15 | 2,12E+07 | 4,62E+07 | 1,53E+08 | 4,62E+07 | 1,66E+08   | -1,29E+07  | 1,73E+08      |
| 6   | 9,28E-05 | 23116,41 | 0,055    | 1661,17 | 0,00    | 3126,07 | 1,00 | 1,56E+08      | 1,00 | 2,49E+06   | 1,00 | 2,45E+07 | 0,00E+00 | 1,58E+08 | 2,45E+07 | 1,62E+08   | -3,72E+06  | 1,64E+08      |
| b   | 0,00E+00 | 23116,41 | 0,000    | 0,00    | 0,00    | 1407,15 | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 7,17E+05   | 1,00 | 1,57E+07 | 0,00E+00 | 7,17E+05 | 1,57E+07 | 1,61E+07   | -1,53E+07  | 2,72E+07      |
| a   | 0,00E+00 | -6119,19 | 0,379    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 0,00E+00   | 1,00 | 6,49E+06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 6,49E+06 | 6,49E+06   | -6,49E+06  | 1,12E+07      |
| 1   | 2,48E-05 | 23116,41 | 0,323    | 467,49  | 0,00    | 3126,07 | 1,25 | 5,47E+07      | 1,20 | 2,99E+06   | 1,15 | 2,82E+07 | 0,00E+00 | 5,77E+07 | 2,82E+07 | 6,92E+07   | -1,15E+07  | 7,56E+07      |
| R5  | 2,48E-05 | -5616,61 | 0,323    | 467,49  | 0,00    | 1621,07 | 1,00 | 4,38E+07      | 1,00 | 1,29E+06   | 1,00 | 5,96E+06 | 0,00E+00 | 4,51E+07 | 5,96E+06 | 4,58E+07   | -7,75E+05  | 4,62E+07      |
| 2   | 2,48E-05 | -6119,19 | 0,317    | 467,49  | 0,00    | 1621,07 | 1,35 | 5,51E+07      | 1,25 | 1,52E+06   | 1,15 | 7,02E+06 | 0,00E+00 | 5,66E+07 | 7,02E+06 | 5,74E+07   | -8,59E+05  | 5,79E+07      |
| C   | 2,48E-05 | -5616,61 | 0,309    | 421,27  | 383,87  | 1621,07 | 1,00 | 3,01E+07      | 1,00 | 1,02E+06   | 1,00 | 4,73E+06 | 1,37E+07 | 3,11E+07 | 1,37E+07 | 3,63E+07   | -5,18E+06  | 3,92E+07      |
| 3   | 2,44E-05 | -5616,61 | 0,298    | 581,52  | 383,87  | 1621,07 | 1,00 | 4,16E+07      | 1,00 | 1,02E+06   | 1,00 | 4,73E+06 | 1,37E+07 | 4,26E+07 | 1,37E+07 | 4,66E+07   | -4,04E+06  | 4,88E+07      |
| R6  | 2,44E-05 | -4303,45 | 0,297    | 581,52  | 383,87  | 1621,07 | 1,00 | 4,16E+07      | 1,00 | 1,02E+06   | 1,00 | 3,62E+06 | 1,37E+07 | 4,26E+07 | 1,37E+07 | 4,66E+07   | -4,04E+06  | 4,88E+07      |
| 4   | 2,44E-05 | -4303,45 | 0,142    | 2389,51 | 383,87  | 1621,07 | 1,35 | 2,17E+08      | 1,35 | 1,31E+06   | 1,15 | 3,95E+06 | 1,48E+07 | 2,18E+08 | 1,48E+07 | 2,19E+08   | -1,00E+06  | 2,19E+08      |
| D   | 1,13E-04 | -4303,45 | 0,134    | 2389,51 | 1437,50 | 8016,01 | 1,00 | 1,34E+08      | 1,00 | 4,14E+06   | 1,00 | 2,97E+06 | 4,04E+07 | 1,39E+08 | 4,04E+07 | 1,49E+08   | -1,09E+07  | 1,55E+08      |
| RA2 | 1,13E-04 | 19468,61 | 0,141    | 2825,32 | 1437,50 | 8016,01 | 1,00 | 1,59E+08      | 1,00 | 4,14E+06   | 1,00 | 1,34E+07 | 4,04E+07 | 1,63E+08 | 4,04E+07 | 1,72E+08   | -9,47E+06  | 1,77E+08      |
| D2  | 7,45E-06 | -7580,24 | 0,007    | 877,89  | 1437,50 | 8016,01 | 1,35 | 6,66E+07      | 1,35 | 5,59E+06   | 1,15 | 6,01E+06 | 4,65E+07 | 7,22E+07 | 4,65E+07 | 9,50E+07   | -2,27E+07  | 1,08E+08      |
| 5   | 7,45E-06 | -7580,24 | 0,003    | 877,89  | 0,00    | 8016,01 | 1,00 | 8,22E+07      | 1,00 | 6,38E+06   | 1,00 | 8,04E+06 | 0,00E+00 | 8,86E+07 | 8,04E+06 | 8,93E+07   | -7,24E+05  | 8,97E+07      |
| b   | 0,00E+00 | -7580,24 | 0,000    | 0,00    | 0,00    | 8016,01 | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 4,08E+06   | 1,00 | 5,15E+06 | 0,00E+00 | 4,08E+06 | 5,15E+06 | 7,58E+06   | -3,50E+06  | 9,81E+06      |
| a   | 0,00E+00 | -7821,18 | 0,298    | 0,00    | 0,00    | 3126,07 | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 1,97E+06   | 1,00 | 6,56E+06 | 0,00E+00 | 1,97E+06 | 6,56E+06 | 7,61E+06   | -5,65E+06  | 1,15E+07      |
| 1   | 2,10E-06 | -7821,18 | 0,288    | 259,59  | 0,00    | 3126,07 | 1,20 | 3,85E+07      | 1,30 | 3,70E+06   | 1,15 | 1,09E+07 | 0,00E+00 | 4,22E+07 | 1,09E+07 | 4,48E+07   | -2,65E+06  | 4,62E+07      |
| P5  | 2,10E-06 | -7821,18 | 0,277    | 259,59  | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 3,21E+07      | 1,00 | 2,84E+06   | 1,00 | 9,48E+06 | 2,16E+07 | 3,49E+07 | 2,16E+07 | 4,52E+07   | -1,03E+07  | 5,12E+07      |
| 2   | 5,50E-05 | 9803,47  | 0,276    | 867,40  | 350,00  | 3126,07 | 1,25 | 1,34E+08      | 1,25 | 3,55E+06   | 1,15 | 1,37E+07 | 2,49E+07 | 1,38E+08 | 2,49E+07 | 1,42E+08   | -4,36E+06  | 1,44E+08      |
| P3  | 5,50E-05 | 9803,47  | 0,172    | 867,40  | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 7,54E+07      | 1,00 | 2,12E+06   | 1,00 | 8,88E+06 | 1,52E+07 | 7,75E+07 | 1,52E+07 | 8,04E+07   | -2,88E+06  | 8,19E+07      |
| 3   | 5,50E-05 | 9803,47  | 0,250    | 1115,44 | 350,00  | 3126,07 | 1,30 | 1,26E+08      | 1,20 | 2,55E+06   | 1,15 | 1,02E+07 | 1,75E+07 | 1,29E+08 | 1,75E+07 | 1,31E+08   | -2,34E+06  | 1,32E+08      |
| P4  | 9,60E-06 | 9803,47  | 0,249    | 1115,44 | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 7,56E+07      | 1,00 | 1,74E+06   | 1,00 | 7,26E+06 | 1,19E+07 | 7,74E+07 | 1,19E+07 | 7,91E+07   | -1,78E+06  | 8,00E+07      |
| 4   | 5,63E-05 | 10492,23 | 0,137    | 2202,32 | 350,00  | 3126,07 | 1,30 | 1,94E+08      | 1,25 | 2,17E+06   | 1,15 | 8,94E+06 | 1,36E+07 | 1,96E+08 | 1,36E+07 | 1,97E+08   | -9,44E+05  | 1,98E+08      |
| P1  | 5,63E-05 | 10492,23 | 0,136    | 2202,32 | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 1,91E+08      | 1,00 | 2,12E+06   | 1,00 | 9,50E+06 | 1,52E+07 | 1,94E+08 | 1,52E+07 | 1,95E+08   | -1,19E+06  | 1,95E+08      |
| P2  | 2,10E-05 | 10492,23 | 0,053    | 653,54  | 350,00  | 3126,07 | 1,25 | 7,10E+07      | 1,20 | 2,55E+06   | 1,15 | 1,09E+07 | 1,75E+07 | 7,36E+07 | 1,75E+07 | 7,75E+07   | -3,95E+06  | 7,96E+07      |
| 5   | 2,10E-05 | 10492,23 | 0,010    | 653,54  | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 8,07E+07      | 1,00 | 2,84E+06   | 1,00 | 1,27E+07 | 2,16E+07 | 8,36E+07 | 2,16E+07 | 8,88E+07   | -5,26E+06  | 9,16E+07      |
| b   | 0,00E+00 | 10492,23 | 0,000    | 0,00    | 350,00  | 3126,07 | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 2,84E+06   | 1,00 | 1,27E+07 | 2,16E+07 | 2,84E+06 | 2,16E+07 | 2,31E+07   | -2,02E+07  | 3,76E+07      |

Tabla 10. Valores intermedios de cálculo resistente para los ejes E1, E2 y EP

DISEÑO DE UNA CAJA DE CAMBIOS DE SEIS MARCHAS

PFC2

|     | $\zeta$  | V         | Posicion | Mf      | Mt     | A       | k    | $\sigma_{mf}$ | k    | $\sigma_a$ | k    | $\tau_v$ | $\tau_t$ | $\sigma$ | $\tau$   | $\sigma_1$ | $\sigma_2$ | $\sigma_{eq}$ |
|-----|----------|-----------|----------|---------|--------|---------|------|---------------|------|------------|------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|---------------|
| a   | 0,00E+00 | -10369,17 | 0,115    | 0,00    | 0,00   | 0,00    | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 0,00E+00   | 1,00 | 1,81E+07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,81E+07 | 1,81E+07   | -1,81E+07  | 3,13E+07      |
| 1   | 1,15E-05 | -10369,17 | 0,105    | 1020,47 | 0,00   | 0,00    | 1,20 | 2,30E+08      | 1,20 | 0,00E+00   | 1,15 | 2,08E+07 | 0,00E+00 | 2,30E+08 | 2,08E+07 | 2,32E+08   | -1,86E+06  | 2,33E+08      |
| PA1 | 1,15E-05 | -12179,64 | 0,047    | 1020,47 | 875,00 | 3126,07 | 1,00 | 1,48E+08      | 1,00 | 3,25E+06   | 1,00 | 1,69E+07 | 6,33E+07 | 1,51E+08 | 6,33E+07 | 1,74E+08   | -2,30E+07  | 1,86E+08      |
| RA1 | 2,69E-06 | 19853,32  | 0,016    | 559,06  | 875,00 | 3126,07 | 1,20 | 9,70E+07      | 1,30 | 4,23E+06   | 1,15 | 3,17E+07 | 7,28E+07 | 1,01E+08 | 7,28E+07 | 1,39E+08   | -3,80E+07  | 1,62E+08      |
| 2   | 2,69E-06 | 19853,32  | 0,010    | 559,06  | 875,00 | 3126,07 | 1,00 | 1,05E+08      | 1,00 | 4,08E+06   | 1,00 | 3,46E+07 | 8,22E+07 | 1,09E+08 | 8,22E+07 | 1,53E+08   | -4,41E+07  | 1,79E+08      |
| b   | 0,00E+00 | 19853,32  | 0,000    | 0,00    | 0,00   | 3126,07 | 1,00 | 0,00E+00      | 1,00 | 2,49E+06   | 1,00 | 2,11E+07 | 0,00E+00 | 2,49E+06 | 2,11E+07 | 2,23E+07   | -1,99E+07  | 3,66E+07      |

Tabla 11, Valores intermedios de cálculo resistente para el eje E3

|     | d     | d0   | FS (D) | FS (R') |     | d     | d0    | FS (D) | FS (R') |
|-----|-------|------|--------|---------|-----|-------|-------|--------|---------|
| a   | 0,04  | 0,03 | 100,00 | 11,10   | a   | 0,045 | 0     | 100,00 | 21,08   |
| 1   | 0,04  | 0,03 | 4,52   | 1,02    | 1   | 0,045 | 0,025 | 237,55 | 5,26    |
| R3  | 0,045 | 0,03 | 4,52   | 2,18    | P5  | 0,045 | 0,025 | 237,55 | 4,75    |
| 2   | 0,045 | 0,03 | 4,52   | 1,52    | 2   | 0,045 | 0,025 | 9,09   | 1,69    |
| B   | 0,05  | 0,03 | 9,02   | 2,72    | P3  | 0,05  | 0,025 | 9,09   | 2,97    |
| R4  | 0,05  | 0,03 | 9,02   | 1,34    | 3   | 0,05  | 0,025 | 9,09   | 1,84    |
| 3   | 0,05  | 0,03 | 1,68   | 1,62    | P4  | 0,054 | 0,025 | 52,09  | 3,04    |
| R1  | 0,054 | 0,03 | 1,68   | 2,11    | 4   | 0,054 | 0,025 | 8,88   | 1,23    |
| 4   | 0,054 | 0,03 | 1,68   | 1,22    | P1  | 0,05  | 0,025 | 8,88   | 1,24    |
| A   | 0,059 | 0,03 | 1,68   | 2,15    | P2  | 0,05  | 0,025 | 23,81  | 3,05    |
| R2  | 0,059 | 0,03 | 15,41  | 1,39    | 5   | 0,045 | 0,025 | 23,81  | 2,65    |
| 5   | 0,055 | 0,03 | 5,39   | 1,45    | b   | 0,045 | 0,025 | 100,00 | 6,47    |
| D1  | 0,055 | 0,03 | 5,39   | 1,41    |     |       |       |        |         |
| 6   | 0,05  | 0,03 | 5,39   | 1,49    | a   | 0,04  | 0,025 | 100,00 | 7,77    |
| b   | 0,05  | 0    | 100,00 | 8,93    | 1   | 0,04  | 0,025 | 43,49  | 1,29    |
|     |       |      |        |         | PA1 | 0,043 | 0,025 | 43,49  | 1,30    |
| a   | 0,05  | 0,03 | 100,00 | 21,61   | RA1 | 0,043 | 0,025 | 186,12 | 1,50    |
| 1   | 0,05  | 0,03 | 20,18  | 3,21    | 2   | 0,04  | 0,025 | 186,12 | 1,36    |
| R5  | 0,05  | 0,03 | 20,18  | 5,26    | b   | 0,04  | 0     | 100,00 | 6,64    |
| 2   | 0,051 | 0,03 | 20,18  | 4,20    |     |       |       |        |         |
| C   | 0,054 | 0,03 | 20,18  | 6,20    |     |       |       |        |         |
| 3   | 0,054 | 0,03 | 20,53  | 4,98    |     |       |       |        |         |
| R6  | 0,054 | 0,03 | 20,53  | 4,98    |     |       |       |        |         |
| 4   | 0,055 | 0,03 | 20,53  | 1,11    |     |       |       |        |         |
| D   | 0,058 | 0,03 | 4,41   | 1,57    |     |       |       |        |         |
| RA2 | 0,058 | 0,03 | 4,41   | 1,37    |     |       |       |        |         |
| D2  | 0,058 | 0,03 | 67,13  | 2,25    |     |       |       |        |         |
| 5   | 0,05  | 0,03 | 67,13  | 2,71    |     |       |       |        |         |
| b   | 0,05  | 0    | 100,00 | 24,78   |     |       |       |        |         |

Tabla 12 Diámetros interiores y exteriores y FS mínimo para todos los ejes