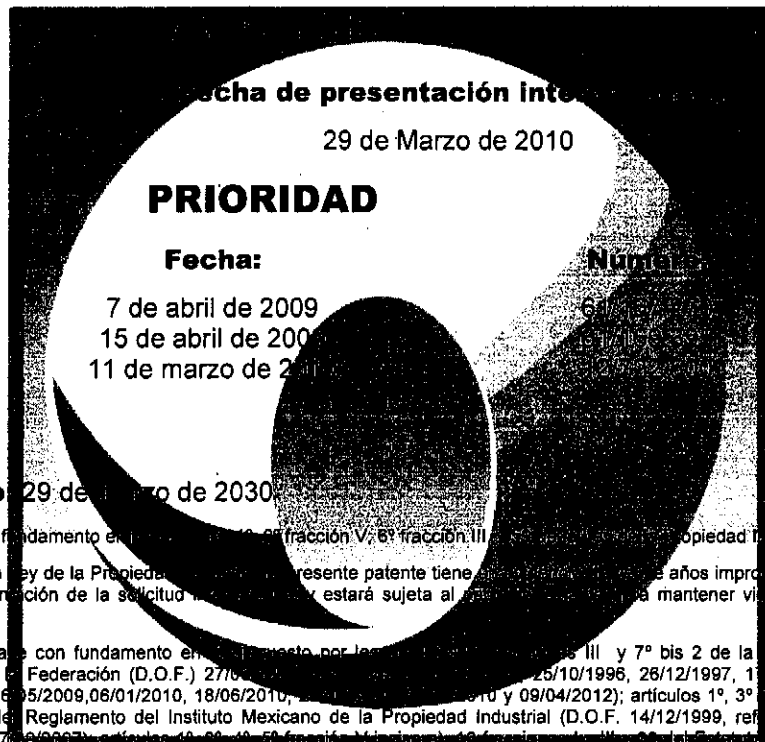
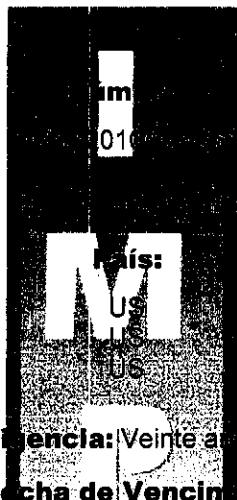




TÍTULO DE PATENTE NO. 312104

Titular(es): SCUDERI GROUP, LLC
Domicilio: 1111 Elm Street, Suite 33, West Springfield, Massachusetts, 01089, E.U.A.
Denominación: REBAJO EN FORMA DE LUNA CRECIENTE EN PISTON DE UN MOTOR DE CICLO DIVIDIDO
Clasificación: Int.Cl.8: F02B3/06
Inventor(es): FORD PHILLIPS



Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 29 de marzo de 2030

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

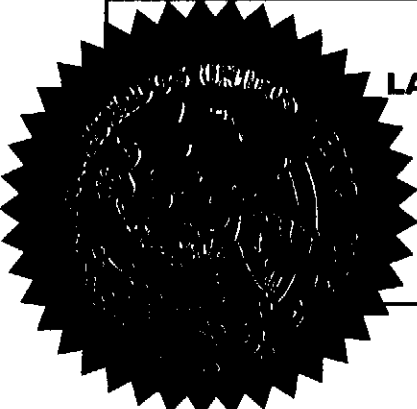
De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud de registro y estará sujeta al pago de derechos para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

Fecha de expedición: 8 de agosto de 2013

LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES

NAHANNY CANAL REYES



24
6-2013

MX/al/2013/01388



Instituto
Mexicano
de Propiedad
Industrial

REBAJO EN FORMA DE LUNA CRECIENTE EN PISTÓN DE UN MOTOR

CICLO DIVIDIDO

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

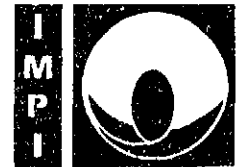
La presente invención se refiere generalmente a un
5 rebajo en la parte superior de un pistón. Más
particularmente, la presente invención se refiere a un rebajo
en forma de luna creciente en la parte superior de un pistón
de expansión de un motor de ciclo dividido.

Para propósitos de claridad, el término "motor
10 convencional" como se utiliza en la presente solicitud se
refiere a un motor de combustión interna en donde las cuatro
carreras del ciclo Otto bien conocido (las carreras de
admisión, expansión, compresión, expansión y escape) se
contienen en cada combinación de pistón/cilindro del motor.
15 Cada carrera requiere una media revolución del cigüeñal (180
grados de ángulo de cigüeñal (CA)), y dos revoluciones
completas del cigüeñal (720 grados de CA) se requieren para
completar todo el ciclo Otto en cada cilindro de un motor
convencional.

20 También, para propósitos de claridad, la siguiente
definición se ofrece para el término "motor de ciclo
dividido" que puede aplicarse a motores descritos en la
técnica anterior y como se denomina en la presente solicitud.

Un motor de ciclo dividido comprende:

25 un cigüeñal que puede girar sobre un eje de



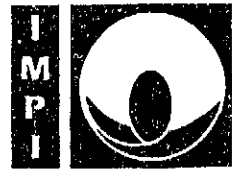
Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

comprende un desarrollo adicional. La patente de Scuderi y la patente de Branyon se incorporan en la presente para referencia en su totalidad.

Con referencia a la FIGURA 1, un motor de ciclo dividido de la técnica anterior del tipo similar a aquellos descritos en las patentes de Branyon y Scuderi se muestra generalmente por el número 8. El motor 8 de ciclo dividido reemplaza dos cilindros adyacentes de un motor convencional con una combinación de un cilindro 12 de compresión y un cilindro 14 de expansión. Una culata 33 de cilindro típicamente se dispone sobre un extremo abierto de los fluidos 12, 14 de expansión y compresión para cubrir y sellar los cilindros.

Las cuatro carreras del ciclo Otto se "dividen" sobre los dos cilindros 12 y 14 de manera que el cilindro 12 de compresión junto con su pistón 20 de compresión asociado, realiza las carreras de admisión y compresión y el cilindro 14 de expansión, junto con su pistón 30 de expansión asociado, realiza las carreras de expansión y escape. El ciclo Otto por lo tanto se completa en estos dos cilindros 12, 14 uno por revolución de cigüeñal 16 (360 grados de CA) sobre el eje 17 de cigüeñal.

Durante la carrera de admisión, el aire de admisión se extrae hacia el cilindro 12 de compresión a través de una lumbrera 19 de admisión dispuesta en la culata 33 de



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

cilindro. Una válvula 18 de admisión tipo vástago que se abre hacia dentro (que se abre hacia el cilindro) controla la comunicación de fluido entre la lumbrera 19 de admisión y el cilindro 12 de compresión.

5 Durante la carrera de compresión, el pistón 20 de compresión presuriza la carga de aire e impulsa la carga de aire hacia el paso 22 de cruce (o lumbrera), el cual típicamente se dispone en la culata 33 de cilindro. Esto significa que el cilindro 12 de compresión y el pistón 20 de compresión son una fuente de gas de alta presión en el pasaje 10 22 de cruce, el cual actúa como el pasaje de admisión para el cilindro 14 de expansión. En algunas modalidades, dos o más pasajes 22 de cruce interconectan el cilindro 12 de compresión y el cilindro 14 de expansión.

15 La relación de compresión volumétrica del cilindro 12 de compresión y el motor 8 de ciclo dividido (y para motores de ciclo dividido en general) se denomina en la presente como la "relación de compresión" del motor de ciclo dividido. La relación de compresión volumétrica del cilindro 20 14 de expansión del motor 8 de ciclo dividido (y para motores de ciclo dividido en general) se denomina en la presente como la "relación de expansión" del motor de ciclo dividido. La relación de compresión volumétrica de un cilindro se conoce bien en la técnica como la relación de volumen cerrado (o 25 atrapado) en el cilindro (que incluye todos los rebajos)



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

cuando un pistón que oscila en el mismo se encuentra en su posición de punto muerto inferior (BDC) en el volumen cerrado (es decir, volumen de huelgo) en el cilindro cuando el pistón se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC).

5 Específicamente, para motores de ciclo dividido como se define en la presente, la relación de compresión de un cilindro de compresión se define cuando la válvula de XovrC se cierra. También, específicamente para motores de ciclo dividido como se define en la presente, la relación de
10 expansión de un cilindro de expansión se determina cuando la válvula de XovrE se cierra.

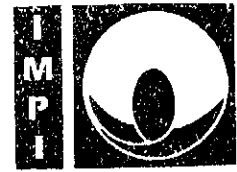
Debido a las relaciones de compresión muy elevadas (por ejemplo, de 40 a 1, 80 a 1, o más), una válvula 24 de compresión de cruce (XovrC) tipo vástago que se abre hacia
15 fuera (que se abre hacia fuera del cilindro) en la entrada 25 del pasaje de cruce se utiliza para controlar el flujo del cilindro 12 de compresión hacia el pasaje 22 de cruce. Debido a las relaciones de expansión muy elevadas (por ejemplo, de
40 a 1, de 80 a 1, o más), una válvula 26 de expansión de
20 cruce (XovrE) tipo vástago que se abre hacia fuera en la salida 27 del pasaje 22 de cruce controla el flujo del pasaje 22 de cruce hacia el cilindro 14 de expansión. Como se discutirá en mayor detalle, los índices de accionamiento y el
ajuste de fase de las válvulas 24, 26 de XovrC y XovrE se
25 sincronizan para mantener la presión en el pasaje 22 de cruce



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

a una presión alta mínima (típicamente 20 bares a más durante la operación de carga completa) durante las cuatro carreras del ciclo Otto.

Por lo menos un inyector 28 de combustible inyecta combustible en el aire presurizado en el extremo de salida del pasaje 22 de cruce en correspondencia con la abertura de válvula 26 de XovrE, la cual se presenta brevemente antes de que el pistón 30 de expansión alcance su posición de punto muerto superior. La carga de aire/combustible normalmente entra al cilindro 14 de expansión brevemente después de que el pistón 30 de expansión alcanza su posición de punto muerto superior (TDC), aunque puede comenzar entrando ligeramente antes de TDC bajo las mismas condiciones operativas. Cuando el pistón 30 comienza su descenso desde su posición de punto muerto superior, y aunque la válvula 26 de XovrE aún se encuentre abierta, la bujía 32, la cual incluye una punta 39 de bujía que se proyecta hacia el cilindro 14, se enciende para iniciar la combustión en la región alrededor de la punta 39 de bujía. La combustión puede iniciarse mientras el pistón de expansión se encuentra entre 1 y 30 grados de CA pasando su posición de punto muerto superior (TDC). De mayor preferencia, la combustión puede iniciarse mientras el pistón de expansión se encuentra entre 5 y 25 grados de CA pasando su posición de punto muerto superior (TDC). Aún de mayor preferencia, la combustión puede iniciarse mientras el pistón



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

de expansión se encuentra entre 10 y 25 grados de CA pasando su posición de punto muerto superior (TDC). De mayor preferencia, la combustión puede iniciarse mientras el pistón de expansión se encuentra entre 10 y 20 grados de CA pasando su posición de punto muerto superior (TDC). Adicionalmente, la combustión puede iniciarse a través de otros dispositivos de encendido y/o métodos tales como tomas de pre-combustión, dispositivos de encendido por microondas u otros métodos de encendido por compresión.

10 La válvula 26 de XovrE se cierra después de que se inicia la combustión pero antes de que el evento de combustión resultante pueda entrar al pasaje 22 de cruce. El evento de combustión impulsa el pistón 30 de expansión hacia abajo en una carrera de potencia.

15 Durante la carrera de escape, los gases de escape se bombean fuera del cilindro 14 de expansión a través de la lumbrera 35 de escape dispuesta en la culata 33 de cilindro. Una válvula 34 de escape tipo vástago que se abre hacia dentro, dispuesta en la entrada 31 de la lumbrera 35 de escape, controla la comunicación de fluido entre el cilindro 20 14 de expansión y la lumbrera 35 de escape. La válvula 34 de escape y la lumbrera 35 de escape se separan del pasaje 22 de cruce. Es decir, la válvula 34 de escape y la lumbrera 35 de escape no hacen contacto con el pasaje 22 de cruce.

25 Con el concepto del motor de ciclo dividido, los



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

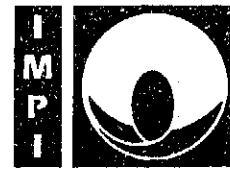
parámetros de motor geométricos (es decir, el ángulo de la biela interno, la carrera, la longitud de la biela, la relación de compresión volumétrica, etc.) de los cilindros de compresión 12 y de expansión 14 generalmente son independientes entre sí. Por ejemplo, las muñequillas 36, 38 de cigüeñal para el cilindro 12 de compresión y el cilindro 14 de expansión respectivamente pueden tener diferentes radios y pueden desfasarse entre sí, de manera que el punto muerto superior (TDC) del pistón 30 de expansión se presenta antes de TDC del pistón 20 de compresión. Esta independencia permite al motor 8 de ciclo dividido lograr de manera potencial niveles mayores de eficiencia y mayores esfuerzos de torsión que los motores de cuatro carreras típicos.

La independencia geométrica de los parámetros de motor en el motor 8 de ciclo dividido también es una de las razones principales de por qué la presión puede mantenerse en el pasaje 22 de cruce como se discute previamente. Específicamente, el pistón 30 de expansión alcanza su posición de punto muerto superior antes de que el pistón de compresión alcance su posición de punto muerto superior por un ángulo de fase discreto (típicamente entre 10 y 30 grados de ángulo de cigüeñal). Este ángulo de fase, junto con la sincronización adecuada de la válvula 24 de XovrC y la válvula 26 de XovrE, permiten que el motor 8 de ciclo dividido mantenga la presión en el pasaje 22 de cruce en una



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

presión alta mínima (típicamente 20 bares absolutos o más durante la operación de carga completa) durante las cuatro carreras de su ciclo de presión/volumen. Es decir, el motor 8 de ciclo dividido se puede operar para sincronizar la válvula 24 de XovrC y la válvula 26 de XovrE de manera que las 5 válvulas de XovrC y XovrE se encuentran ambas abiertas durante un periodo de tiempo sustancial (o periodo de rotación de cigüeñal) durante el cual el pistón 30 de expansión desciende de su posición de TDC hacia su posición 10 de BDC y el pistón 20 de compresión asciende simultáneamente de su posición de BDC hacia su posición de TDC. Durante el periodo de tiempo (o rotación de cigüeñal) que las válvulas 24, 26 de cruce se encuentran abiertas, una masa 15 sustancialmente igual de gas se transfiere (1) desde el cilindro 12 de compresión hacia el pasaje 22 de cruce y (2) desde el pasaje 22 de cruce hasta el cilindro 14 de expansión. Por consiguiente, durante este periodo, se evita que la presión del pasaje de cruce caiga por debajo de una presión mínima predeterminada (típicamente 20, 30 ó 40 bares 20 absolutos durante la operación de carga completa). Además, durante una porción sustancial de las carreras de admisión y escape (típicamente 90% de todas las carreras de admisión y de escape o más), la válvula 24 de XovrC y la válvula 26 de XovrE ambas se encuentran cerradas para mantener la masa de 25 gas atrapado en el pasaje 22 de cruce a un nivel



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

sustancialmente constante. Como resultado, la presión en el pasaje 22 de cruce se mantiene a una presión mínima predeterminada durante las cuatro carreras del ciclo de presión/volumen del motor.

5 Para propósitos en la presente, el método para abrir las válvulas de XovrC 24 y XovrE 26 mientras el pistón 30 de expansión desciende del TDC y el pistón 20 de compresión asciende hacia TDC para transferir de manera simultánea una masa sustancialmente igual de gas dentro y
10 fuera del pasaje 22 de cruce se denomina en la presente como el método de Empuje-Tracción de transferencia de gas. Es el método de Empuje-Tracción el que permite a la presión en el pasaje 22 de cruce del motor 8 de ciclo dividido mantenerse típicamente en 20 bares o más durante las cuatro carreras del
15 ciclo de motor cuando el motor opera a su carga completa.

 Como se discute previamente, la válvula 34 de escape se dispone en la lumbrera 35 de escape de la culata 33 de cilindro separada del pasaje 22 de cruce. La disposición estructural de la válvula 34 de escape no se dispone en el
20 pasaje 22 de cruce, y por lo tanto, la lumbrera 35 de escape no comparte ninguna porción común con el pasaje 22 de cruce, se prefiere mantener la masa atrapada de gas en el pasaje 22 de cruce durante la carrera de escape. Por consiguiente, caídas cíclicas grandes en la presión se evitan lo cual puede
25 obligar a la presión en el pasaje de cruce estar por debajo

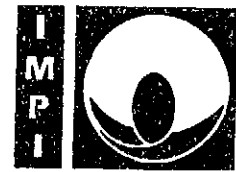


**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

de la presión mínima predeterminada.

La relación de alta compresión dentro del fluido 12 de compresión y la relación de alta expansión dentro del cilindro 14 de expansión se logran utilizando, inter alia, un pistón 20 de compresión de parte superior plana y un pistón 30 de expansión de parte superior plana, respectivamente. Es decir, en motores de ciclo dividido de la técnica anterior, las partes superiores (o superficies superiores) de cada pistón 20 de compresión y el pistón 30 de expansión (es decir, los lados generalmente circulares que se orientan hacia la culata 33 de cilindro) son superficies sustancialmente planas. La culata 33 de cilindro típicamente también tiene una superficie inferior plana (es decir, una superficie de la culata 33 de cilindro que se orienta hacia las superficies superiores de los pistones de compresión y expansión) que se orienta hacia cada uno de los cilindros de compresión 12 y expansión 14, de manera que el volumen en esos cilindros se reduce cuando los pistones 20, 30 se encuentran en sus posiciones de punto muerto superior (TDC) respectivas.

La válvula 26 de XovrE se abre brevemente antes de que el pistón 30 de expansión alcance su posición de punto muerto superior. En este tiempo, la relación de presión en el pasaje 22 de cruce con la presión en el cilindro 14 de expansión es elevada, debido al hecho de que la presión



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

mínima en el pasaje de cruce típicamente es de 1 a 2 bares absolutos o más y la presión en el cilindro de expansión durante la carrera de escape típicamente se encuentra por encima de 1 a 2 bares absolutos. En otras palabras, cuando la
5 válvula 26 de XovrE se abre, la presión en el pasaje 22 de cruce sustancialmente es más elevada que la presión en el cilindro 14 de expansión (típicamente en el orden de 20 a 1 o más). Esta relación de alta presión provoca que el flujo inicial de la carga de aire y/o combustible fluya hacia el
10 cilindro 14 de expansión en altas velocidades. Estas velocidades de alto flujo pueden alcanzar la velocidad del sonido, la cual se denomina como flujo sónico. Este flujo sónico particularmente es ventajoso para el motor 8 de ciclo dividido debido a que provoca un evento de rápida combustión,
15 lo cual permite al motor 8 de ciclo dividido mantener presiones de alta combustión incluso aunque el encendido se inicie mientras el pistón 30 de expansión desciende de su posición de punto muerto superior.

Sin embargo, el flujo de alta velocidad (y
20 particularmente sónico) en el cilindro 14 de expansión crea una onda de presión, la cual mueve la carga de aire/combustible a través de la superficie superior del pistón 30 de expansión. La onda de presión puede provocar un pico en la presión y/o temperatura en o cerca de las paredes
25 del cilindro 14 de expansión. Este pico en presión y/o



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

temperatura puede tener efectos adversos tales como una detonación temprana de la carga aire/combustible antes del encendido por chispa (pre-combustión). El riesgo de pre-combustión puede agravarse si la onda de presión se eleva cerca de la válvula 34 de escape debido a que la válvula 34 de escape tiene una de las superficies más calientes en el cilindro 14 de expansión. Por consiguiente, existe la necesidad de guiar una carga de aire/combustible transportada por una onda de presión en el motor de ciclo dividido de manera que cualquier pico en la presión y/o temperatura no provoque pre-combustión.

Con referencia a la FIGURA 2, la posición de la válvula 26 de XovrE cuando el pistón 30 de expansión del motor 8 de ciclo dividido se encuentra aproximadamente en su posición de punto muerto superior se ilustra. La válvula 26 de XovrE incluye una culata 40 de válvula en forma generalmente de disco de la cual un vástago 41 de culata de válvula generalmente cilíndrico se extiende hacia fuera. Cuando el pistón 30 alcanza su posición de TDC, la culata 40 de la válvula 26 de XovrE se eleva por encima de su posición cerrada (o asentada) en la culata 33 de cilindro. Ciertas áreas 42 y 44 de cortina son áreas en corte transversal mínimas locales a través de las cuales puede fluir el fluido. En otras palabras, las áreas 42 y 44 de cortina son las áreas potencialmente restrictivas al flujo de aire/combustible



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

entre el pasaje 22 de cruce y el cilindro 14 de expansión cuando el pistón 30 de expansión se encuentra en o cerca de su posición de punto muerto superior.

La carga de aire/combustible que fluye desde el pasaje 22 de cruce hacia el cilindro 14 de expansión debe pasar a través del área 42 de cortina, la cual tiene la forma de un cono truncado (después de esto una forma "cónica truncada") entre la culata 40 de la válvula 26 de XovrE y la culata 33 de cilindro. Gran parte de la carga de aire/combustible que fluye desde el pasaje 22 de cruce hacia el cilindro 14 de expansión también debe pasar a través del área 44 de cortina que tiene forma cilíndrica entre el pistón 30 de expansión y la culata 33 de cilindro. La región entre el área 42 de cortina cónica truncada y la salida 27 del pasaje 22 de cruce se conoce como la cavidad 46 de válvula de la válvula 26 de XovrE. Más específicamente, la cavidad 46 de válvula es la región enlazada por la culata 40 de la válvula 26 de XovrE, la culata 33 de cilindro, área 42 de cortina cónica truncada y la salida 27 del pasaje 22 de cruce.

Cuando el pistón 30 de expansión se encuentra en o cerca de su posición de punto muerto superior, el huelgo 48 del pistón de expansión (es decir, la profundidad de huelgo entre la superficie 50 superior del pistón 30 de expansión y la superficie 52 inferior (o cubierta de fuego) de la culata 33 de cilindro, la cual confronta el interior del cilindro 14



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

de expansión) puede ser muy pequeña (por ejemplo, 1.0, 0.8, 0.7 ó 0.6 milímetros o menos). La distancia que la válvula 26 de XovrE se abre lejos de su posición asentada se conoce como la elevación de válvula de la válvula 26 de XovrE. De manera notable, el huelgo 48 del pistón de expansión puede ser comparable con, o incluso menor que, la elevación de la válvula 26 de XovrE. Esto significa que el área 44 de cortina cilíndrica puede ser comparable en área con, o incluso menor que, el área 42 de cortina cónica truncada. Tal área 44 de cortina cilíndrica pequeña puede provocar una caída de presión sustancial y una reducción en flujo. En otras palabras, cuando el área 44 de cortina cilíndrica es comparable en área con el área 42 de cortina cónica truncada, el área 44 de cortina cilíndrica puede evitar que una cantidad adecuada de una carga de aire/combustible entre al cilindro 14 de expansión dentro de la restricción de tiempo adecuada. Esta situación particularmente se acentúa cuando el área 44 de cortina cilíndrica es menor que el área 42 de cortina cónica truncada debido, en este caso, a que el área 44 de cortina cilíndrica es el área más restrictiva en el flujo de aire/combustible del pasaje 22 de cruce hacia el cilindro 14 de expansión cuando el pistón 30 de expansión se encuentra en o cerca de su punto muerto superior.

La caída de presión antes mencionada y/o la



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

reducción en flujo son problemáticas ya que pueden reducir la eficiencia del motor. Por consiguiente, existe la necesidad de incrementar el tamaño del área 44 de cortina formada entre el pistón de expansión y la culata de cilindro de un motor de ciclo dividido, para que el incremento en eficiencia de hacerlo de esta manera sea mayor que la pérdida de eficiencia provocada por la relación de expansión disminuida resultante en el cilindro de expansión.

La válvula 26 de XovrE debe lograr una elevación suficiente para transferir completamente la carga de aire/combustible en un periodo muy corto en rotación de cigüeñal 16 (generalmente en un margen de aproximadamente de 30 a 60 grados de CA) con respecto a aquel de un motor convencional, el cual normalmente acciona las válvulas dentro de 180 a 220 grados de CA. Esto significa que la válvula 26 de XovrE debe accionar aproximadamente de cuatro a seis veces más rápido que las válvulas de un motor convencional. El combustible se inyecta en el extremo de salida del pasaje 22 de cruce en sincronización con el tiempo de activación de la válvula 26 de XovrE. La bujía 32 se enciende para iniciar la combustión brevemente después de (de preferencia entre 1 a 30 grados de CA después del punto muerto superior o del pistón 30 de expansión, de mayor preferencia entre 5 a 25 grados de CA después del punto muerto superior del pistón 30 de expansión, de mayor preferencia entre 10 a 20 grados de CA



**Instituto
Mexicano
de Propiedad
Industrial**

después del punto muerto superior del pistón de expansión).

Dadas las restricciones antes mencionadas, la mezcla de aire/combustible y la distribución a través del cilindro 14 de expansión deben tener lugar en un periodo muy corto de tiempo (o rotación de cigüeñal). La distribución adecuada del combustible a través del cilindro 14 de expansión y las relaciones óptimas de aire/combustible sobre las bujías 32 deben resultar en un encendido mejorado y que se queme más combustible disponible. Por consiguiente, existe la necesidad de guiar la distribución de combustible en un motor de ciclo dividido para distribuir el combustible de manera adecuada a través del cilindro de expansión y mejorar las relaciones de aire/combustible sobre las bujías.

La presente invención proporciona una solución a los problemas antes mencionados para guiar una onda de presión, incrementar el tamaño de un área de cortina entre el pistón de expansión y la culata de cilindro, y guiar la distribución de combustible en el motor de ciclo dividido. En particular, la presente invención resuelve estos problemas al proporcionar un rebajo en la parte superior del pistón de expansión de un motor de ciclo dividido.

Estas y otras ventajas se logran en una modalidad ejemplar de la presente invención al proporcionar un motor (10), que comprende:



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

un cigüeñal (16) que gira sobre un eje de
(17);

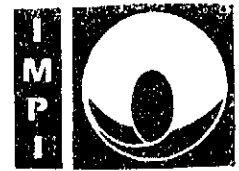
un cilindro de expansión (14) que incluye un eje de
línea central (62);

5 un pistón de expansión (30) recibido de manera
deslizable dentro del cilindro de expansión (14) y conectado
de manera operativa al cigüeñal (16) de manera que el pistón
de expansión (30) se puede operar para oscilar a través de
una carrera de expansión y una carrera de escape durante una
10 rotación sencilla del cigüeñal (16), el pistón de expansión
(30) incluye una superficie superior (50) y un perímetro
exterior (74);

una culata de cilindro (33) dispuesta sobre el
cilindro de expansión (14) de manera que una superficie
15 inferior (52) de la culata de cilindro (33) confronta la
superficie (50) del pistón de expansión (30), la culata de
cilindro (33) incluye una salida de pasaje de cruce (27) y
una entrada de lumbrera de escape (53) dispuesta en el mismo,
la entrada de lumbrera de escape (53) y la salida de pasaje
20 de cruce (27) cada una se encuentra cerca del cilindro de
expansión (14);

un pasaje de cruce (22) que conecta una fuente de
gas de alta presión (12/20) en el cilindro de expansión (14)
mediante la salida de pasaje de cruce (27);

25 una válvula de expansión de cruce que se abre hacia



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

fuera (26) (válvula de XovrE) dispuesta en la salida de
pasaje de cruce (27), la válvula de XovrE (26) puede operar
para permitir la comunicación de fluido entre el pasaje de
cruce (22) y el cilindro de expansión (14) durante una
5 porción de la carrera de expansión;

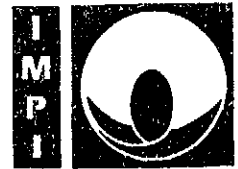
una válvula de escape (34) dispuesta en la entrada
de lumbrera de escape (53), la válvula de escape (34) puede
operar para permitir comunicación de fluido hasta o desde el
cilindro de expansión (14) mediante la entrada de lumbrera de
10 escape (31) durante una porción de la carrera de escape;

un rebajo (60) dispuesto en la superficie superior
(50) del pistón de expansión (30), el rebajo (60) incluye una
superficie inferior (64);

un huelgo del pistón de expansión (80) que es una
15 distancia más corta, a lo largo de una línea paralela al eje
de línea central (62), entre la superficie superior (50) del
pistón de expansión (30) y la superficie inferior (52) de la
culata de cilindro (33) cuando el pistón de expansión (30) se
encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC);

20 una profundidad de rebajo (82) que es una distancia
más corta, a lo largo de una línea paralela al eje de línea
central (62), entre la superficie inferior (64) del rebajo
(60) y la superficie superior (50) del pistón de expansión
(30);

25 en donde una porción del rebajo (60) solapa una



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

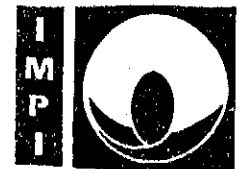
porción de la salida de pasaje de cruce (27);

en donde una porción de la entrada de lumbrera de escape (31) no solapa ninguna porción del rebajo (60); y

en donde la profundidad de rebajo (82) se encuentra
5 entre 1.0 y 3.0 veces el huelgo del pistón de expansión (80).

La relación de expansión puede ser por lo menos de 20 a 1, de preferencia por lo menos 30 a 1, y de mayor preferencia por lo menos de 40 a 1. El motor (10) se puede operar para iniciar un evento de combustión en el cilindro de
10 expansión (14) mientras el pistón de expansión (30) desciende de su posición de TDC hacia su posición de BDC, de preferencia entre 10 y 25 grados de rotación del cigüeñal (16) pasando la posición de TDC del pistón de expansión (30), y de mayor preferencia entre 10 y 20 grados de la rotación
15 del cigüeñal (16) pasando la posición de TDC del pistón de expansión (30). Ninguna porción del rebajo (60) puede solapar ninguna porción de la entrada de lumbrera de escape (31). Las porciones del rebajo (60) pueden solapar por lo menos un dispositivo de encendido (32), de preferencia por lo menos
20 dos dispositivos de encendido (32). La profundidad de rebajo (82) puede encontrarse entre 2.0 y 3.0 veces el huelgo del pistón de expansión (80). 20% o menos del área total de la entrada de lumbrera de escape (31), de preferencia 10% o menos, puede solapar el rebajo (60).

25 En otra modalidad ejemplar de la presente



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

invención, un motor (10) comprende:

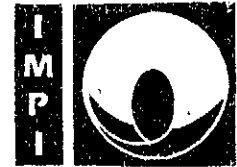
un cigüeñal (16) que puede girar sobre un eje de cigüeñal (17);

un cilindro de expansión (14) que incluye un eje de
5 línea central (62);

un pistón de expansión (30) recibido de manera deslizable dentro del cilindro de expansión (14) y conectado de manera operativa al cigüeñal (16) de manera que el pistón de expansión (30) se pueda operar para oscilar a través de
10 una carrera de expansión y una carrera de escape durante una sola rotación del cigüeñal (16), el pistón de expansión (30) incluye una superficie superior (50) y un perímetro exterior (74);

una culata de cilindro (33) dispuesta sobre el
15 cilindro de expansión (14) de manera que una superficie inferior (52) de la culata de cilindro (33) confronta la superficie superior (50) del pistón de expansión (30), la culata de cilindro (33) incluye una salida de pasaje de cruce (27) y una entrada de lumbrera de escape (53) dispuesta en la
20 misma, la entrada de lumbrera de escape (53) y la salida de pasaje de cruce (27) cada una se encuentra cerca del cilindro de expansión (14);

un pasaje de cruce (22) que conecta una fuente de gas de alta presión (12/20) en el cilindro de expansión (14)
25 mediante la salida de pasaje de cruce (27);



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

una válvula de expansión de cruce (26) (válvula de XovrE) dispuesta en la salida de pasaje de cruce (27), la válvula de XovrE (26) se puede operar para permitir la comunicación de fluido entre el pasaje de cruce (22) y el cilindro de expansión (14) durante una porción de la carrera de expansión;

una válvula de escape (34) dispuesta en la entrada de lumbrera de escape (53), la válvula de escape (34) se puede operar para permitir la comunicación de fluido hasta o desde el cilindro de expansión (14) mediante la entrada de lumbrera de escape (31) durante una porción de la carrera de escape;

un rebajo (60) dispuesto en la superficie superior (50) del pistón de expansión (30), el rebajo (60) incluye una superficie inferior (64);

un huelgo del pistón de expansión (80) que es una distancia más corta, a lo largo de una línea paralela al eje de línea central (62), entre la superficie superior (50) del pistón de expansión (30) y la superficie inferior (52) de la culata de cilindro (33) cuando el pistón de expansión (30) se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC);

una profundidad de rebajo (82) que es una distancia más corta, a lo largo de una línea paralela al eje de línea central (62), entre la superficie inferior (64) del rebajo (60) y la superficie superior (50) del pistón de expansión



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

(30);

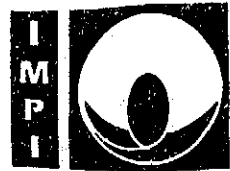
una relación de expansión que es la relación de volumen cerrado en el fluido de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto inferior (BDC) al volumen cerrado en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en la posición de TDC;

en donde la relación de expansión es por lo menos 20 a 1; y

en donde la profundidad de rebajo (82) es mayor que o igual al huelgo del pistón de expansión (80).

Una porción del rebajo (60) puede solapar una porción de la salida de pasaje de cruce (27), y una porción de la entrada de la lumbrera de escape (31) puede no solapar ninguna porción del rebajo (60). La profundidad de rebajo (82) puede encontrarse entre 1.0 y 3.0 veces, de preferencia entre 2.0 y 3.0 times el huelgo del pistón de expansión (80). La relación de expansión puede ser de por lo menos 30 a 1, de preferencia por lo menos 40 a 1. El motor (10) puede ser operable para iniciar un evento de combustión en el cilindro de expansión (14) mientras el pistón de expansión (30) desciende de su posición de TDC hacia su posición de BDC, de preferencia entre 10 y 20 grados de rotación del cigüeñal (16) pasando la posición de TDC del pistón de expansión (30).

Ninguna porción del rebajo (60) puede solapar ninguna porción



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

de la entrada de lumbrera de escape (31). Las porciones de rebajo (60) pueden solapar por lo menos un dispositivo de encendido (32), de preferencia por lo menos dos dispositivos de encendido (32). 20% o menos del área total de la entrada de lumbrera de escape (31), de preferencia 10% o menos, puede solapar el rebajo (60).

Estas y otras ventajas de la presente invención se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de la invención tomada junto con los dibujos anexos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIGURA 1 es una vista en corte transversal de una modalidad ejemplar de un motor de ciclo dividido de la técnica anterior;

la FIGURA 2 es una vista en corte transversal de la válvula de expansión de cruce (Xovre) de la FIGURA 1 cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC);

la FIGURA 3 es una vista parcialmente en corte en perspectiva del cilindro de expansión de un motor de ciclo dividido de acuerdo con la presente invención;

la FIGURA 4 es una proyección ortográfica de componentes del motor de ciclo dividido de la FIGURA 3 sobre un plano de proyección que es perpendicular al eje de línea central del cilindro de expansión del motor de ciclo



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

dividido; y

la FIGURA 5 es una vista lateral del cilindro de expansión del motor de ciclo dividido de la FIGURA 3.

Las FIGURAS 3, 4 y 5 ilustran varias vistas o
5 proyecciones de una modalidad ejemplar de un motor 10 de ciclo dividido de acuerdo con la presente invención. El motor 10 de ciclo dividido es similar al motor 8 de ciclo dividido de la técnica anterior como se ilustra y describe en las FIGURAS 1 y 2. Por consiguiente, para propósito de
10 comparación entre los motores 8 y 10 de ciclo dividido, números de referencia similares representan componentes similares.

El motor 10 de ciclo dividido ejemplar incluye un rebajo 60 innovador dispuesto en la superficie 50 superior
15 del pistón 30 de expansión de acuerdo con la presente invención. Como se discutirá en mayor detalle en la presente, el rebajo 60 mejora el flujo de los pasajes 22 de cruce hacia el cilindro 14 de expansión al relevar la restricción de
10 flujo entre los mismos. Además, el rebajo 60 guía la mezcla de aire/combustible en la dirección general de las bujías 32,
20 y sustancialmente dirige el flujo de la mezcla de aire/combustible lejos de la válvula 34 de escape y lejos de las paredes del cilindro 14 de expansión. Adicionalmente, el rebajo 60 incrementa el área 44 de cortina cilíndrica formada
25 entre el pistón 30 de expansión y la culata 33 de cilindro



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

sin disminuir la relación de expansión lo suficiente para exceder los beneficios del flujo mejorado resultante.

La FIGURA 3 es una vista parcialmente en corte en perspectiva del cilindro de expansión del motor 10 de ciclo dividido ejemplar. El motor 10 de ciclo dividido incluye dos pasajes 22 de cruce. Cada uno de los dos pasajes 22 de cruce incluye una Válvula 24 de XovrC del tipo visto en la FIGURA 1 que controla la comunicación de fluido entre el cilindro 12 de compresión (mejor visto en la FIGURA 1) y el pasaje 22 de cruce a través de una entrada 25 de pasaje de cruce (mejor vista en la FIGURA 1). Cada uno de los dos pasajes 22 de cruce además incluye una válvula 26 de XovrE que controla la comunicación de fluido entre el pasaje 22 de cruce y el cilindro 14 de expansión a través de una salida 27 de pasaje de cruce. Las dos válvulas 26 de XovrE cada una incluye una culata 40 de válvula y un vástago 41 de válvula.

El motor 10 de ciclo dividido además incluye un par de dispositivos de encendido 32 (en este caso, bujías), cada una dispuesta en la culata 33 de cilindro. Cada uno de los dispositivos 32 de encendido incluye una punta 39 de dispositivo de encendido, la cual es una porción de cada dispositivo 32 de encendido que se enciende hacia el cilindro 14 de expansión y produce la energía requerida para iniciar el proceso de combustión. Más específicamente, en este caso, la punta 39 de bujía típicamente incluye uno o más electrodos

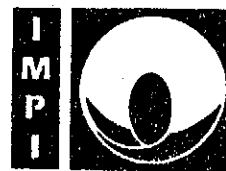


Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

laterales (o a tierra). La punta 39 de bujía típicamente incluye además un electrodo 43 central (mejor visto en la FIGURA 4) diseñado para expulsar electrones (un cátodo) para iniciar un evento de combustión. Modalidades alternativas pueden utilizar métodos de encendido o dispositivos diferentes a bujías 32. Por ejemplo, modalidades alternativas pueden utilizar tomas de pre-combustión, dispositivos de encendido por microondas, métodos de encendido por compresión para combustión diesel (en donde ningún encendido se requiere), o cualquier otro método de encendido adecuado o dispositivo.

La culata 33 de cilindro incluye una lumbrera 35 de escape sencilla con una válvula 34 de escape dispuesta en una entrada 31 de la lumbrera 35 de escape sencilla. El rebajo 60 en forma generalmente de luna creciente se dispone en la superficie 50 superior del pistón 30 de expansión. El eje 62 de línea central del cilindro 14 de expansión se extiende verticalmente a través del centro del cilindro 14 de expansión y es la línea de acción a través de la cual oscila el pistón 30 de expansión.

La FIGURA 4 es una proyección ortográfica de componentes del motor 10 de ciclo dividido sobre cualquier plano de proyección que es perpendicular al eje 62 de línea central del cilindro 14 de expansión. En la modalidad ejemplar, tal plano de proyección es paralelo o



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

sustancialmente paralelo a la superficie 50 superior del pistón 30 de expansión.

El rebajo 60 incluye una superficie superior 64 inferior, la cual generalmente yace a lo largo de un plano perpendicular al eje 62 de línea central. El rebajo 60 incluye una pared 68 que se extiende verticalmente (mejor vista en la FIGURA 5). El rebajo 60 incluye una transición 66 curvada (mejor vista en la FIGURA 5) que conecta integralmente la superficie 64 inferior y la pared 68 que se extiende verticalmente. La pared 68 que se extiende verticalmente incluye una porción 70 de borde cóncavo y una porción 72 de borde convexo.

La superficie 50 típicamente es plana y yace a lo largo de un plano sustancialmente perpendicular al eje 62 de línea central del cilindro 14 de expansión. La superficie 50 superior incluye un perímetro 74 exterior generalmente circular. La superficie 50 superior además incluye una región 76 de límite dispuesta entre (1) el perímetro 74 exterior de la superficie 50 superior y (2) la porción 72 de borde convexo de la pared 68 del rebajo 60.

Para propósitos en la presente, un primer componente, por ejemplo, un rebajo, salida, pasaje, superficie, perímetro, región de límite, porción de borde, transición, pared, válvula, bujía, pistón o similar (o una porción del mismo) y un segundo componente (o una porción del

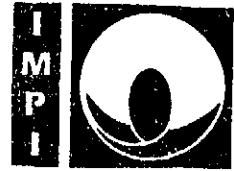


Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

mismo) "solapan" cuando el primer componente (o la porción del mismo) y el segundo componente (o la porción del mismo) comparten las mismas coordenadas en cualquiera de los planos de proyección antes mencionados. A continuación sigue que la FIGURA 4 detalla componentes (o porciones de los mismos) del motor 10 de ciclo dividido que solapan entre sí.

Las porciones de la salida 27 de pasaje de cruce de cada pasaje 22 de cruce solapan porciones del rebajo 60. Más particularmente, las porciones de las salidas 27 solapan porciones de cada una de la superficie 64 inferior, transición 66, y pared 68. Las porciones de cada salida 27 de cada pasaje 22 de cruce también solapan porciones de la superficie 50 superior. Más particularmente, las porciones de cada salida 27 solapan porciones de la región 76 de límite de la superficie 50 superior.

La entrada 31 de la lumbrera 35 de escape solapa una porción de la superficie 50 superior del pistón 30 de expansión. Sin embargo, ninguna porción de la entrada 31 solapa ninguna porción del rebajo 60. En modalidades alternativas, cierta pequeña cantidad de solapamiento puede permitirse entre una porción del rebajo 60 y una porción de la entrada 31. Por ejemplo, 25%, 20%, 15%, 10%, o menos del área total de la entrada 31 de la lumbrera 35 de escape, puede dejar de solapar el rebajo 60. Sin embargo, en tal modalidad alternativa, alguien de experiencia ordinaria en la



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

técnica puede apreciar el deseo (por ejemplo, evitar la combustión) de evitar que las porciones más calientes válvula 35 de escape dispuesta en la entrada 31 (típicamente el centro de la válvula de escape 35 y/o el centro de la entrada) solapen alguna porción del rebajo 60.

Por lo menos una porción de cada dispositivo 32 de encendido solapa porciones del rebajo 60. De mayor preferencia, la totalidad de cada una de las puntas 39 del dispositivo de encendido solapa el rebajo 60. Específicamente, en este caso, la totalidad de cada una de las puntas 39 de bujía solapa el rebajo 60. De mayor preferencia, la totalidad de cada uno de los electrodos 43 centrales solapa el rebajo 60. En modalidades alternativas que utilizan métodos de encendido o un dispositivo de encendido diferente a bujías, alguien de experiencia ordinaria en la técnica puede apreciar el deseo de proporcionar solapamiento entre una porción del rebajo 60 y el área donde se inicia la combustión.

Con referencia a la FIGURA 5, una vista lateral del cilindro 14 de expansión y algunos componentes circundantes (por ejemplo, uno de los dos pasajes 22 de cruce) se muestra cuando el pistón 30 de expansión se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC). El huelgo 80 del pistón de expansión es la distancia de huelgo más corta (medida a lo largo de una línea paralela al eje 62 de línea central del



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

cilindro 14 de expansión) entre la superficie 50 superior del pistón 30 de expansión y la superficie 52 inferior (o cubierta de fuego) de la culata 33 de cilindro cuando el pistón se encuentra en su posición de TDC. El huelgo 80 del pistón de expansión en la modalidad ejemplar de preferencia es muy pequeño (por ejemplo, 1.0, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6 milímetros o menos).

La profundidad 82 del rebajo es la distancia más corta (medida a lo largo de una línea paralela al eje 62 de línea central cilindro 14 de expansión) entre la superficie 64 inferior del rebajo 60 y la superficie 50 superior pistón 30 de expansión. Para incrementar el tamaño del área 44 de cortina cilíndrica y reducir significativamente la restricción de flujo entre el pasaje 22 de cruce y el cilindro 14 de expansión, la profundidad 82 del rebajo de preferencia se diseña para ser igual a o mayor que la mitad de veces (0.5x) del huelgo del pistón de expansión 80. De mayor preferencia, la profundidad 82 del rebajo es igual a o mayor que una vez (1.0x), dos veces (2.0x), dos y media veces (2.5x), o tres veces (3.0x) del huelgo 80 del pistón de expansión 80. Sin embargo, es importante observar que la profundidad 82 de rebajo debe mantenerse lo suficientemente pequeña para que cualquier incremento en eficiencia proporcionada al incrementar la profundidad 82 de rebajo sea mayor que la pérdida de eficiencia provocada por la relación



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

de expansión disminuida resultante. De preferencia, profundidad 82 de rebajo debe ser lo suficientemente pequeña para proporcionar una relación de expansión de 20 a 1 o más, de mayor preferencia de 30 a 1 o más, y de mayor preferencia de 40 a 1 o más.

La combinación de tener una profundidad 82 de rebajo que es una o más veces el huelgo 80 de pistón mientras mantiene una relación de expansión de por lo menos 20 a 1 o más, sólo es posible si la relación de expansión puede haber sido muy grande si el rebajo 60 no se dispuso en el pistón 30, por ejemplo, de 40 a 1, de 80 a 1, o más. Estas relaciones de gran expansión son difíciles de lograr en un motor convencional, debido a que un volumen de huelgo sustancial debe mantenerse para iniciar adecuadamente la combustión antes de que un pistón del motor convencional alcance TDC. Sin embargo, el motor 10 de ciclo dividido utiliza el método de Empuje-Tracción de transferencia de gas (como se describe previamente en la presente) para permitir que la combustión inicie después de que el pistón de expansión alcanza TDC. Por consiguiente, la necesidad de un volumen de huelgo grande en el cilindro 14 de expansión no se requiere en el motor 10 de ciclo dividido y las relaciones de expansión de 20 a 1, 40 a 1, o más por lo tanto pueden lograrse, incluso con la profundidad del rebajo 60 dispuesta en el pistón 30.



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

La transición 66 curvada y la pared 68 que se extiende verticalmente del rebajo 60 se muestran mejor aquí en la FIGURA 5. Adicionalmente, el solapamiento previamente descrito en las porciones de la salida 27 y los otros 5 diversos componentes del motor 10 de ciclo dividido pueden observarse en esta vista lateral en mayor detalle. Una porción de la región 76 de límite de la superficie 50 superior se muestra solapando una porción de la salida 27 del pasaje 22 de cruce. De manera ventajosa, el solapamiento 10 entre la región 76 de límite y la salida 27 crea una restricción de flujo cuando el pistón 30 de expansión se encuentra en o cerca de TDC que tiende a dirigir el flujo lejos de las paredes del cilindro 14 de expansión y hacia las 15 bujías 32. También, las porciones de la superficie 64 inferior, la transición 66 curvada y la pared 68 que se extiende verticalmente del rebajo 60 se muestran solapando las porciones de la salida 27 del pasaje de cruce. De esta manera, el solapamiento entre las porciones de las salidas 27 del pasaje de cruce y las porciones del rebajo 60 se muestran 20 aquí incrementando el tamaño del área 44 de cortina cilíndrica para mejorar el flujo en el rebajo 60 y hacia las bujías 32.

15 Durante la operación del motor, las válvulas 26 de XovrE se abren brevemente antes del punto muerto superior 25 (BTDC) del pistón 30 de expansión (por ejemplo, 5-20 grados



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

de BTDC del pistón 30 de expansión). La válvula 34 de escape se cierra de manera concurrente, muy ligeramente después de o brevemente antes de las válvulas 26 de XovrE (por ejemplo, 5-45 grados de BTDC del pistón 30 de expansión). A continuación sigue que la presión de cualesquier gases que permanece en el cilindro 14 de expansión inmediatamente después de que la válvula 34 de escape se cierra cerca de TDC es sustancialmente menor que la presión del aire/combustible en los pasajes 22 de cruce.

10 La carga de aire/combustible que entra al cilindro 14 de expansión a través de las salidas 27 de pasaje de cruce (cerca de TDC del pistón 30 de expansión) sigue la trayectoria de menor resistencia. La trayectoria de menor resistencia aquí se encuentra en el rebajo 60 y hacia las bujías 32. Este es el caso debido a que las salidas 27 de pasaje de cruce solapan (1) porciones de la región 76 de límite de la superficie 50 superior y (2) porciones del rebajo 60. Por consiguiente, el área de solapamiento entre el rebajo 60 y la salida 27 proporciona la menor trayectoria de flujo restrictivo para dirigir inicialmente el flujo de la carga de aire/combustible hacia el rebajo 60 y hacia las bujías 32 cuando el pistón 30 se encuentra cerca de su posición de punto muerto superior.

25 Ninguna porción del rebajo 60 se extiende a ninguna porción de las paredes del cilindro 14 de expansión.



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

Adicionalmente, ninguna porción del rebajo 60 solapa ninguna porción de la entrada 31 de la lumbrera 35 de escape. Como resultado, el flujo se restringe sustancialmente para viaje hacia las áreas cercanas a las paredes del cilindro y las 5 entradas de válvula de escape, y la carga de aire/combustible evita sustancialmente que se acumule en estas áreas cuando el pistón se encuentra cerca de TDC. Es importante evitar sustancialmente que la carga de aire/combustible se acumule cerca de las paredes del cilindro 14 debido a que tal 10 situación puede provocar que la carga de aire/combustible tome demasiado tiempo para encenderse, lo cual es dañino para la eficiencia del motor. Es importante evitar sustancialmente que la carga de aire/combustible se acumule cerca de la entrada 31 de la lumbrera de escape debido a que la válvula 15 35 de escape se dispone en la misma. La válvula 35 de escape (particularmente su centro) es una de las superficies más calientes en el cilindro 14 de expansión, lo cual significa que la acumulación de aire/combustible cerca de la válvula 35 de escape agrava el riesgo de pre-combustión.

20 Para propósitos en la presente, la mezcla de aire/combustible, o la relación de aire-combustible (AFR), es la relación de masa de aire con combustible presente durante la combustión. También para propósitos en la presente, el término "estequiométrico" (con frecuencia abreviado 25 "estequio") se define como la AFR en donde existe sólo



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

suficiente oxígeno (contenido en el aire) para la conversión de todo el combustible en productos completamente oxidizados durante la combustión. Típicamente, para el combustible de gasolina, la AFR de aproximadamente 14.7 a 1 representa la relación estequiométrica. Una AFR rica es cuando existe más combustible que el requerido para estequio y una AFR pobre es cuando existe más aire que el requerido para estequio.

Lambda (λ) es una forma alternativa para representar AFR, donde la AFR se normaliza a la relación estequiométrica del combustible específico. Una lambda de 1 representa estequio. Una lambda de más de 1, representa una mezcla pobre y una lambda de menos de 1 representa una mezcla rica. Por ejemplo, si estequio es 14.7 a 1, entonces:

- 1) $\lambda = 1$ representa la AFR estequiométrica de 14.70 a 1;
- 2) $\lambda = .8$ representa una AFR de 11.76 a 1; y
- 3) $\lambda = 1.3$ representa una AFR pobre de 19.11 1.

La mezcla de aire/combustible generalmente es guiada por la geometría del rebajo 60 y se distribuye a través del rebajo 60 en una forma estratificada antes del encendido. La meta de la distribución es proporcionar una mezcla de aire/combustible estequiométrica (o casi estequiométrica) en la cercanía de las bujías (dispositivos de encendido) y las mezclas sucesivamente más pobres de aire/combustible en las regiones alejadas de las



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

bujías 32. Por consiguiente, es preferible que la mezcla de aire/combustible, la cual rodea las bujías 32, tenga una lambda dentro de un margen de 0.6 a 1.3 antes del encendido. De mayor preferencia, la lambda debe encontrarse dentro de un margen de 0.7 a 1.2, y de mayor preferencia la lambda debe encontrarse dentro de un margen de 0.8 a 1.1.

Quando las bujías 32 se activan, la mezcla de aire/combustible estequiométrica (o casi estequiométrica) se quema rápidamente y actúa como catalizador (es decir, flama de piloto) para encender las mezclas más pobres. Las bujías 32 de preferencia se activan entre 1 y 30 grados de CA pasando TDC del pistón 30 de expansión, de mayor preferencia entre 5 y 25 grados de CA pasando TDC del pistón 30 de expansión, y de mayor preferencia entre 10 y 20 grados de CA pasando TDC del pistón 30 de expansión.

Aunque varias modalidades se muestran y describen en la presente, varias modificaciones y sustituciones pueden hacerse a la misma sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Por consiguiente, se entenderá que la presente invención se ha descrito por medio de ilustración y no de limitación.



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

REIVINDICACIONES

1. Un motor, caracterizado porque comprende:
 - un cigüeñal que puede girar sobre un eje de cigüeñal;
 - 5 un cilindro de expansión que incluye un eje de línea central;
 - un pistón de expansión recibido de manera deslizable dentro del cilindro de expansión y conectado de manera operativa al cigüeñal de manera que el pistón de expansión se pueda operar para oscilar a través de la carrera de expansión y una carrera de escape durante una sola rotación del cigüeñal, el pistón de expansión incluye una superficie superior y un perímetro exterior;
 - 10 una culata de cilindro dispuesta sobre el cilindro de expansión de manera que una superficie inferior de la culata de cilindro confronta la superficie superior del pistón de expansión, la culata de cilindro incluye una salida de pasaje de cruce y una entrada de lumbrera de escape dispuesta en la misma, la entrada de lumbrera de escape y la salida de pasaje de cruce cada una se encuentra cerca del cilindro de expansión;
 - 15 un pasaje de cruce que conecta una fuente de gas de alta presión al cilindro de expansión mediante la salida de pasaje de cruce;
 - 20 una válvula de expansión de cruce (válvula de



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

XovrE) dispuesta en la salida de pasaje de cruce, la válvula de XovrE se puede operar para permitir la comunicación de fluido entre el pasaje de cruce y el cilindro de expansión durante una porción de la carrera de expansión;

5 una válvula de escape dispuesta en la entrada de lumbrera de escape, la válvula de escape se puede operar para permitir la comunicación de fluido hasta o desde el cilindro de expansión mediante la entrada de lumbrera de escape durante una porción de la carrera de escape;

10 un rebajo dispuesto en la superficie superior del pistón de expansión, el rebajo incluye una superficie inferior;

15 un huelgo del pistón de expansión que es una distancia más corta a lo largo de una línea paralela al eje de línea central, entre la superficie superior del pistón de expansión y la superficie inferior de la culata de cilindro cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC);

20 una profundidad de rebajo que es una distancia más corta, a lo largo de una línea paralela al eje de línea central, entre la superficie inferior del rebajo y la superficie superior del pistón de expansión;

25 una relación de expansión que es la relación del volumen cerrado en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

inferior (BDC) al volumen encerrado en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de TDC;

5 en donde una porción del rebajo solapa una porción de la salida de pasaje de cruce;

en donde una porción de la entrada de la lumbrera de escape no solapa ninguna porción del rebajo; y

en donde la profundidad del rebajo se encuentra entre 1.0 y 3.0 veces el huelgo del pistón de expansión.

10 2. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la relación de expansión es por lo menos 20 a 1, de preferencia por lo menos 30 a 1, y de mayor preferencia por lo menos 40 a 1.

15 3. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el motor se puede operar para iniciar un evento de combustión en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión desciende de su posición de TDC hacia su posición de BDC, de preferencia entre 10 y 25 grados de rotación del cigüeñal pasando la posición de TDC del pistón de expansión, y de mayor preferencia entre 10 y 20 grados de rotación del cigüeñal a la posición de TDC del pistón de expansión.

20 4. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque ninguna porción del rebajo solapa ninguna porción de la entrada de lumbrera de escape.

25



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

5. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque las porciones del rebajo solapan por lo menos un dispositivo de encendido, de preferencia por lo menos dos dispositivos de encendido.

5 6. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la profundidad del rebajo se encuentra entre 2.0 y 3.0 veces en el huelgo del pistón de expansión.

7. El motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque 20% o menos del área total de la entrada de la lumbrera de escape, de preferencia 10% o menos, solapa el rebajo.

8. Un motor, caracterizado porque comprende:

un cigüeñal que puede girar sobre un eje de cigüeñal;

15 un cilindro de expansión que incluye un eje de línea central;

un pistón de expansión recibido de manera deslizable dentro del cilindro de expansión y de preferencia conectado de manera operativa al cigüeñal de manera que el pistón de expansión se pueda operar para oscilar a través de la carrera de expansión y una carrera de escape durante una sola rotación del cigüeñal, el pistón de expansión incluye una superficie superior y un perímetro exterior;

25 una culata de cilindro dispuesta sobre el cilindro de expansión de manera que una superficie inferior de la



culata de cilindro confronta la superficie superior del
pistón de expansión, la culata de cilindro incluye una salida
de pasaje de cruce y una entrada de lumbrera de escape
dispuesta en la misma, la entrada de lumbrera de escape y la
5 salida de pasaje de cruce cada una se encuentra cerca del
cilindro de expansión;

un pasaje de cruce que conecta una fuente de gas de
alta presión al cilindro de expansión mediante la salida de
pasaje de cruce;

10 una válvula de expansión de cruce (válvula de
XovrE) dispuesta en la salida de pasaje de cruce, la válvula
de XovrE se puede operar para permitir la comunicación de
fluido entre el pasaje de cruce y el cilindro de expansión
durante una porción de la carrera de expansión;

15 una válvula de escape dispuesta en la entrada de
lumbrera de escape, la válvula de escape se puede operar para
permitir la comunicación de fluido hasta o desde el cilindro
de expansión mediante la entrada de lumbrera de escape
durante una porción de la carrera de escape;

20 un rebajo dispuesto en la superficie superior del
pistón de expansión, el rebajo incluye una superficie
inferior;

un huelgo del pistón de expansión que es una
distancia más corta a lo largo de una línea paralela al eje
25 de línea central, entre la superficie superior del pistón de



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

expansión y la superficie inferior de la culata de cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto superior (TDC);

una profundidad de rebajo que es una distancia más corta, a lo largo de una línea paralela al eje de línea central, entre la superficie inferior del rebajo y la superficie superior del pistón de expansión;

una relación de expansión que es la relación del volumen cerrado en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de punto muerto inferior (BDC) al volumen encerrado en el cilindro de expansión cuando el pistón de expansión se encuentra en su posición de TDC;

en donde la relación de expansión es de por lo menos 20 a 1; y

en donde la profundidad del rebajo es mayor que o igual al huelgo del pistón de expansión.

9. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque:

una porción del rebajo solapa una porción de la salida de pasaje de cruce; y

una porción de la entrada de lumbrera de escape no solapa ninguna porción del rebajo.

10. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la profundidad del rebajo se



encuentra entre 1.0 y 3.0 veces, de preferencia entre 2.0 y 3.0 veces el huelgo del pistón de expansión.

11. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la relación de expansión es de por lo menos 30 a 1, de preferencia por lo menos 40 a 1.

12. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque el motor se puede operar para iniciar un evento de combustión en el cilindro de expansión mientras el pistón de expansión desciende de su posición de TDC hacia su posición de BDC, de preferencia entre 10 y 20 grados de rotación del cigüeñal pasando la posición de TDC del pistón de expansión.

13. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque ninguna porción del rebajo solapa ninguna porción de la entrada de lumbrera de escape.

14. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque las porciones del rebajo solapan por lo menos un dispositivo de encendido, de preferencia por lo menos dos dispositivos de encendido.

15. El motor de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque 20% o menos del área total de la entrada de lumbrera de escape, de preferencia 10% menos, solapa el rebajo.



**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

RESUMEN

La presente invención proporciona un rebajo en la parte superior (o corona) del pistón de expansión de un motor de ciclo dividido para mejorar la distribución de combustible en el cilindro de expansión/energía y mejorar las relaciones de aire/combustible sobre las bujías.

FIG. 1

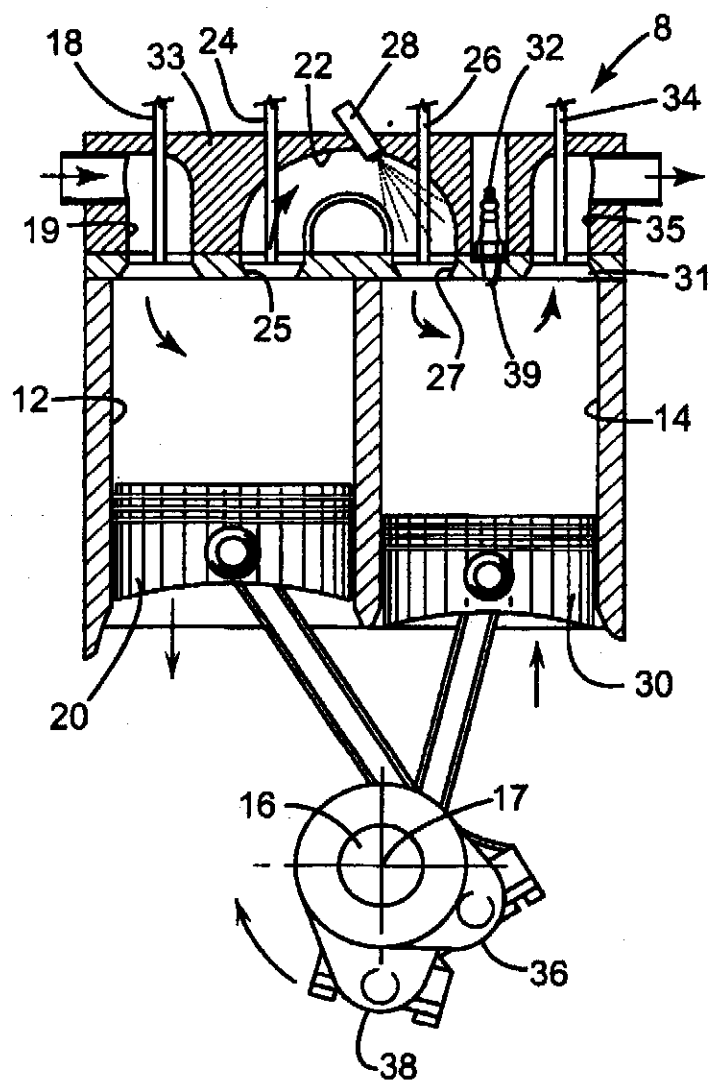


FIG. 2

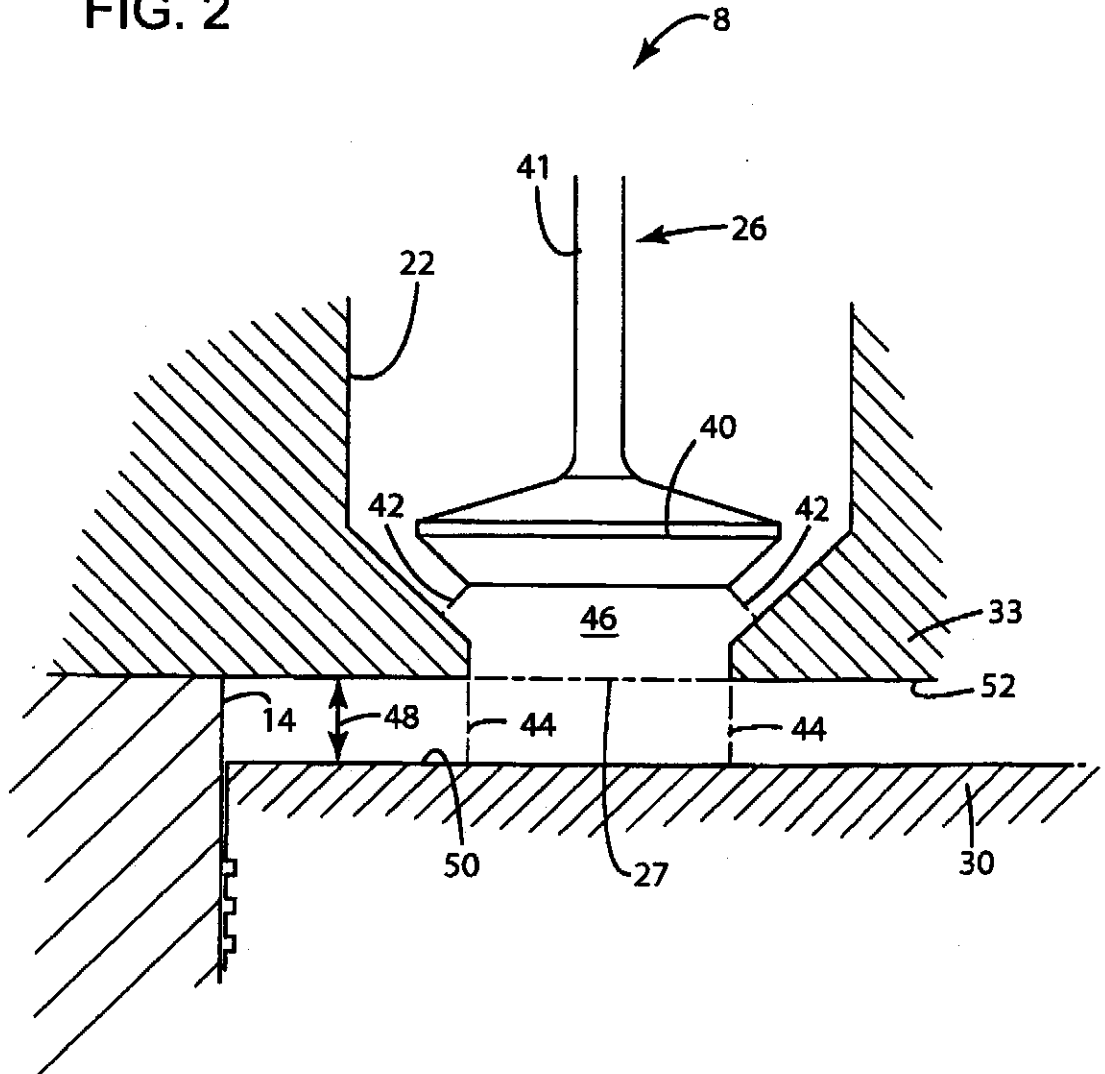


FIG. 3

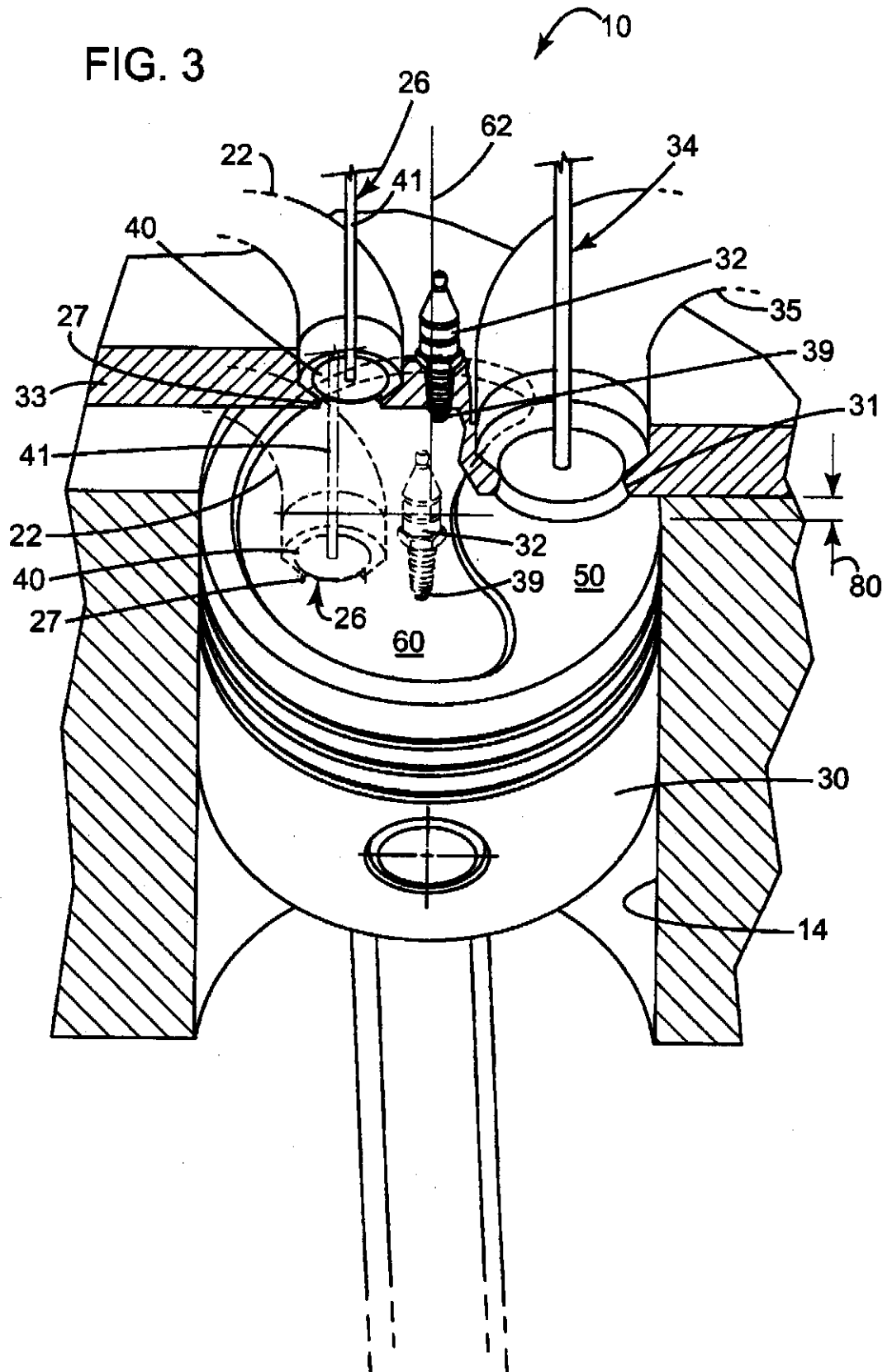




FIG. 4

10

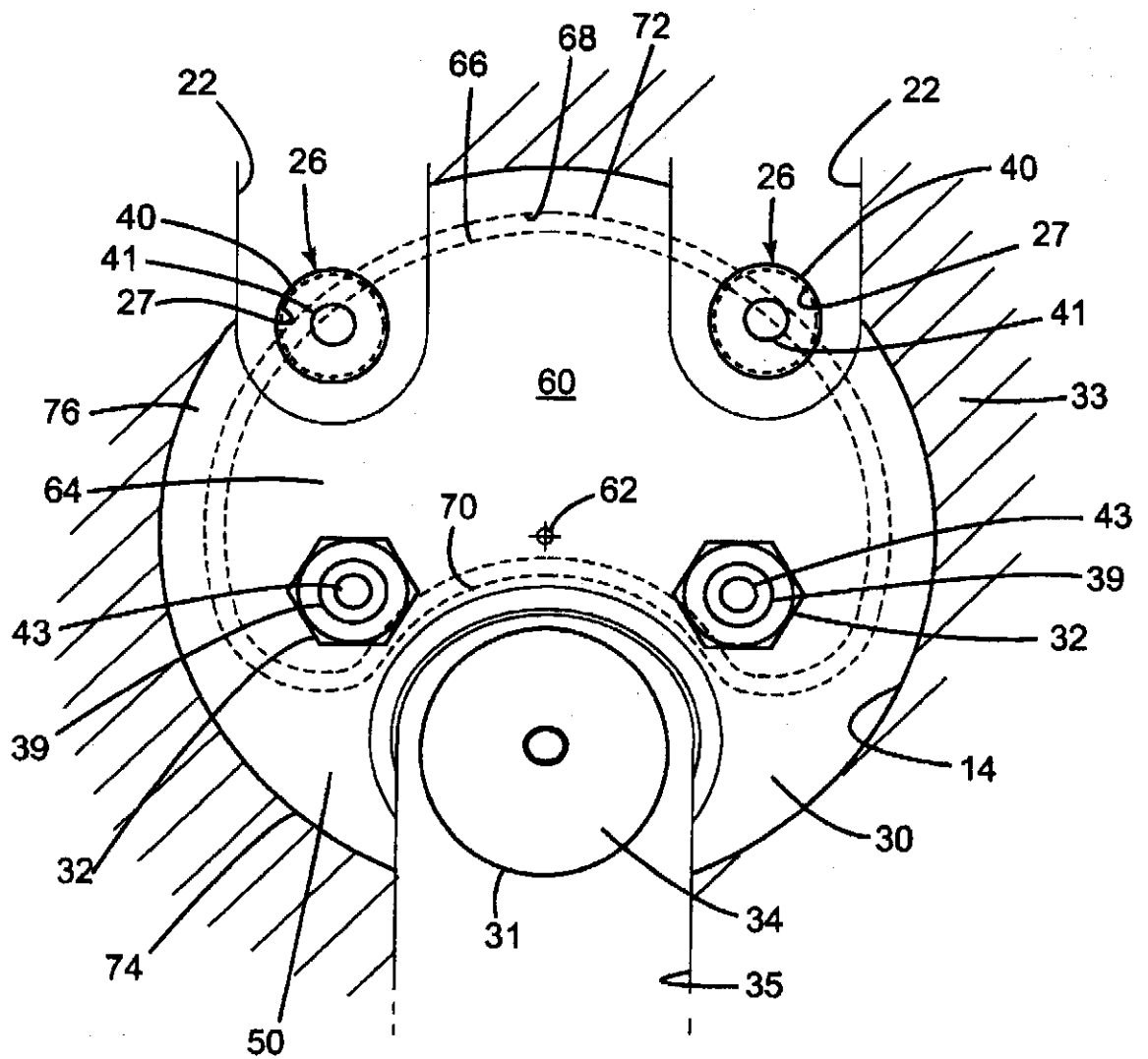


FIG. 5

