



DADOS TÉCNICOS

R-454C

Características

O gás refrigerante R-454C é uma mistura de HFC+HFO não azeotrópica, ligeiramente inflamável, alternativa ao R-404A para novas aplicações de média e baixa temperatura. Como todos os refrigerantes HFC+HFO, é amigo do ozono. A sua classificação de segurança é A2L grupo L2, ou seja, tem baixa toxicidade e é ligeiramente inflamável.

Algumas das suas principais características são:

- O potencial de aquecimento global (GWP) é aproximadamente 96% inferior ao do R-404A.
- Desempenho semelhante ao do R-404A, capacidade de refrigeração ligeiramente inferior e maior eficiência energética.
- **Classificação de segurança: A2L / Ligeiramente inflamável.**
- Bom desempenho a temperaturas médias e baixas.
- Em caso de fuga, o equipamento pode ser recarregado.
- Compatível com óleos sintéticos POE.

Aplicações

- Alternativa ao R-404A e ao R-22 para novas instalações de deslocamento positivo e expansão direta de média e baixa temperatura em aplicações de refrigeração comercial e industrial, tais como:
 - Sistemas hermeticamente selados
 - Unidades de condensação
 - Armazéns frigoríficos
 - Sistemas autónomos
 - Supermercados:
 - Sistemas centralizados
 - Câmaras frigoríficas
 - Salas de preparação
- Devido ao seu GWP/GWP inferior a 150, é permitido em novos equipamentos da seguinte tipologia a partir de 1 de janeiro de 2022:
 - Frigoríficos e congeladores hermeticamente fechados para uso comercial.
 - Sistemas de refrigeração central para uso comercial ≥ 40 kW.

Condições de trabalho e de serviço

- O **R-454C** é uma mistura, sempre transferida na fase líquida, ou em cargas completas se estiver na fase gasosa.
- São permitidas recargas parciais. Estas recargas parciais devem ser efectuadas na fase líquida.

Lubrificantes

O R-454C é compatível com óleos sintéticos à base de poliolésteres (POE). Consultar as viscosidades recomendadas pelo fabricante para a gama de trabalho do equipamento. Recorde-se que a gama THUNDER® POE TL está disponível de 22 a 220 graus de viscosidade ISO.

Dados ambientais

Nenhum dos componentes do R-454C contém cloro, pelo que o produto tem ODP = 0 (potencial de destruição do ozono).

O R-454C tem um potencial de aquecimento global (GWP) muito baixo, superior a 96% em comparação com o R-404A, reduzindo assim as emissões de CO₂ em caso de fuga direta..

Toxicidade, segurança e armazenamento

O R-454C não apresenta qualquer toxicidade aguda por via oral, por inalação ou por contacto com os olhos. Não é considerado irritante ou corrosivo para a pele, nem sensibilizador respiratório. Como é habitual, como tem uma densidade mais elevada do que o ar, pode depositar-se em áreas baixas de espaços confinados e causar asfixia devido à deslocação do oxigénio.

Os estudos dos seus componentes em animais mostraram que a exposição repetida não produz efeitos teratogénicos (reprodutivos).

Além disso, é pouco provável que apresente um risco carcinogénico para o homem.

O R-454C não contém componentes com propriedades de desregulação endócrina de acordo com o artigo 57.º, alínea f), do REACH ou com o Regulamento Delegado (UE) 2017/2100 da Comissão ou com o Regulamento (UE) 2018/605 da Comissão em níveis iguais ou superiores a 0,1%.

O R-454C é ligeiramente inflamável de acordo com a norma ASHRAE 34.

Por conseguinte, a classificação de segurança do R-454C é **A2L**.

Os recipientes de R-454C devem ser armazenados em locais frescos e ventilados, a uma temperatura inferior a 50°C, longe de chamas abertas, faíscas e fontes de calor. Evitar a armazenagem perto da entrada de unidades de ar condicionado, caldeiras ou drenos abertos.

Componentes

Denominação química	% em peso	N.º CAS	N.º CE
2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-eno (R-1234yf)	78,5	754-12-1	468-710-7
Difluorometano (R-32)	21,5	75-10-5	200-839-4

Propiedades físicas

Propriedades físicas	Unidades	R-454C	R-404A
Peso molecular	g/mol	90,8	97,6
Densidade do líquido (a 25 °C)	Kg/l	1,042	1,044
Densidade do vapor saturado (a 25 °C)	Kg/l	0,0445	0,0653
Ponto de ebulição (a 1 atm)	°C	-45,9	-46,5
Pressão absoluta de vapor (líquido a 25 °C)	bar	11,91	12,54
Pressão crítica absoluta	bar	41,5	37,3
Temperatura crítica	°C	82,4	72
Deslizamento de temperatura (Glide)	°C	~6	0,7
LFL (Low Flammable Limit)	Kg/m ³	0,293	No inflamable
Velocidade de chama (23 °C)	cm/s	1,6	--
ODP		0	0
GWP		146 *	3.922 *
Toxicidade		No	No

* De acuerdo con el Reglamento Europeo 2024/573.

Tabelas de pressão/temperatura

Temperatura	Pressão absoluta		Densidade		Entalpia		Entropia	
°C	Bolha bar	Orvalho bar	Líquido Kg/m ³	Vapor Kg/m ³	Líquido kJ/Kg	Vapor kJ/Kg	Líquido kJ/Kg·K	Vapor kJ/Kg·K
-60	0,49	0,314	1316,2	1,64	120,91	352,25	0,6757	1,7817
-59	0,51	0,333	1313,5	1,73	122,16	352,89	0,6815	1,7794
-58	0,54	0,353	1310,8	1,83	123,41	353,53	0,6873	1,7772
-57	0,57	0,373	1308,2	1,93	124,66	354,18	0,6931	1,7750
-56	0,60	0,395	1305,5	2,03	125,91	354,82	0,6989	1,7729
-55	0,63	0,418	1302,8	2,14	127,17	355,46	0,7046	1,7708
-54	0,67	0,442	1300	2,26	128,42	356,10	0,7104	1,7687
-53	0,70	0,467	1297,3	2,38	129,68	356,74	0,7161	1,7667

Temperatura	Pressão absoluta		Densidade		Entalpia		Entropia	
°C	Bolha bar	Orvalho bar	Líquido Kg/m ³	Vapor Kg/m ³	Líquido kJ/Kg	Vapor kJ/Kg	Líquido kJ/Kg·K	Vapor kJ/Kg·K
-52	0,74	0,493	1294,6	2,50	130,94	357,38	0,7218	1,7647
-51	0,78	0,521	1291,9	2,63	132,20	358,02	0,7275	1,7628
-50	0,82	0,549	1289,1	2,77	133,47	358,66	0,7331	1,7609
-49	0,86	0,579	1286,3	2,91	134,73	359,30	0,7388	1,7591
-48	0,90	0,610	1283,6	3,05	136,00	359,93	0,7444	1,7573
-47	0,95	0,643	1280,8	3,21	137,27	360,57	0,7500	1,7555
-46	0,99	0,677	1278	3,36	138,54	361,21	0,7556	1,7538
-45	1,04	0,712	1275,2	3,53	139,82	361,85	0,7612	1,7521
-44	1,09	0,749	1272,4	3,70	141,09	362,48	0,7668	1,7504
-43	1,14	0,787	1269,6	3,87	142,37	363,12	0,7723	1,7488
-42	1,20	0,826	1266,8	4,06	143,65	363,75	0,7778	1,7472
-41	1,25	0,868	1263,9	4,25	144,94	364,39	0,7834	1,7456
-40	1,31	0,911	1261,1	4,44	146,22	365,02	0,7889	1,7441
-39	1,37	0,955	1258,2	4,65	147,51	365,65	0,7944	1,7426
-38	1,43	1,002	1255,3	4,86	148,80	366,28	0,7998	1,7411
-37	1,49	1,050	1252,4	5,08	150,09	366,91	0,8053	1,7397
-36	1,56	1,100	1249,6	5,30	151,39	367,54	0,8108	1,7383
-35	1,63	1,151	1246,6	5,54	152,69	368,17	0,8162	1,7369
-34	1,70	1,205	1243,7	5,78	153,99	368,80	0,8216	1,7356
-33	1,77	1,260	1240,8	6,03	155,29	369,43	0,8270	1,7343
-32	1,85	1,318	1237,9	6,29	156,59	370,05	0,8324	1,7330
-31	1,92	1,378	1234,9	6,56	157,90	370,67	0,8378	1,7317
-30	2,00	1,439	1231,9	6,84	159,21	371,30	0,8432	1,7305
-29	2,09	1,503	1229	7,12	160,53	371,92	0,8486	1,7293
-28	2,17	1,569	1226	7,42	161,84	372,54	0,8539	1,7281
-27	2,26	1,637	1223	7,72	163,16	373,16	0,8593	1,7270
-26	2,35	1,708	1220	8,04	164,48	373,78	0,8646	1,7258
-25	2,44	1,781	1216,9	8,36	165,81	374,39	0,8699	1,7247
-24	2,54	1,856	1213,9	8,70	167,14	375,01	0,8752	1,7237
-23	2,64	1,934	1210,8	9,04	168,47	375,62	0,8805	1,7226
-22	2,74	2,015	1207,8	9,40	169,80	376,23	0,8858	1,7216
-21	2,85	2,097	1204,7	9,77	171,14	376,84	0,8911	1,7205
-20	2,95	2,183	1201,6	10,14	172,48	377,45	0,8963	1,7195
-19	3,06	2,271	1198,5	10,54	173,82	378,06	0,9016	1,7186
-18	3,18	2,362	1195,4	10,94	175,17	378,66	0,9069	1,7176
-17	3,30	2,456	1192,2	11,35	176,52	379,26	0,9121	1,7167
-16	3,42	2,553	1189,1	11,78	177,87	379,86	0,9173	1,7158

Temperatura	Pressão absoluta		Densidade		Entalpia		Entropia	
°C	Bolha bar	Orvalho bar	Líquido Kg/m³	Vapor Kg/m³	Líquido kJ/Kg	Vapor kJ/Kg	Líquido kJ/Kg·K	Vapor kJ/Kg·K
-15	3,54	2,652	1185,9	12,22	179,23	380,46	0,9226	1,7149
-14	3,67	2,755	1182,7	12,67	180,59	381,06	0,9278	1,7140
-13	3,80	2,860	1179,5	13,14	181,95	381,65	0,9330	1,7131
-12	3,93	2,969	1176,3	13,61	183,32	382,24	0,9382	1,7123
-11	4,07	3,081	1173,1	14,11	184,69	382,84	0,9434	1,7115
-10	4,21	3,196	1169,8	14,61	186,06	383,42	0,9486	1,7106
-9	4,36	3,314	1166,5	15,13	187,44	384,01	0,9537	1,7098
-8	4,51	3,436	1163,3	15,67	188,82	384,59	0,9589	1,7091
-7	4,66	3,561	1160	16,22	190,21	385,17	0,9641	1,7083
-6	4,82	3,689	1156,6	16,79	191,59	385,75	0,9692	1,7075
-5	4,98	3,821	1153,3	17,37	192,98	386,32	0,9744	1,7068
-4	5,14	3,957	1149,9	17,97	194,38	386,90	0,9795	1,7061
-3	5,31	4,096	1146,6	18,59	195,78	387,47	0,9846	1,7054
-2	5,48	4,239	1143,2	19,22	197,18	388,03	0,9898	1,7047
-1	5,66	4,386	1139,7	19,87	198,59	388,60	0,9949	1,7040
0	5,84	4,537	1136,3	20,54	200,00	389,16	1,0000	1,7033
1	6,02	4,692	1132,9	21,22	201,41	389,71	1,0051	1,7026
2	6,21	4,850	1129,4	21,93	202,83	390,27	1,0102	1,7020
3	6,41	5,013	1125,9	22,65	204,26	390,82	1,0153	1,7013
4	6,60	5,180	1122,4	23,39	205,68	391,37	1,0204	1,7007
5	6,81	5,351	1118,8	24,15	207,11	391,91	1,0255	1,7000
6	7,01	5,526	1115,2	24,94	208,55	392,45	1,0306	1,6994
7	7,23	5,706	1111,7	25,74	209,99	392,99	1,0357	1,6988
8	7,44	5,890	1108	26,57	211,43	393,52	1,0407	1,6982
9	7,66	6,078	1104,4	27,41	212,88	394,05	1,0458	1,6976
10	7,89	6,271	1100,7	28,28	214,34	394,57	1,0509	1,6970
11	8,12	6,469	1097,1	29,18	215,79	395,09	1,0559	1,6964
12	8,36	6,672	1093,3	30,09	217,26	395,61	1,0610	1,6958
13	8,60	6,879	1089,6	31,03	218,72	396,12	1,0661	1,6952
14	8,84	7,091	1085,8	32,00	220,19	396,63	1,0711	1,6946
15	9,10	7,308	1082	32,99	221,67	397,13	1,0762	1,6941
16	9,35	7,530	1078,2	34,01	223,15	397,63	1,0812	1,6935
17	9,61	7,758	1074,4	35,05	224,64	398,12	1,0863	1,6929
18	9,88	7,990	1070,5	36,12	226,13	398,61	1,0913	1,6923

Temperatura	Pressão absoluta		Densidade		Entalpia		Entropia	
°C	Bolha bar	Orvalho bar	Líquido Kg/m ³	Vapor Kg/m ³	Líquido kJ/Kg	Vapor kJ/Kg	Líquido kJ/Kg·K	Vapor kJ/Kg·K
19	10,15	8,228	1066,6	37,22	227,63	399,09	1,0964	1,6918
20	10,43	8,471	1062,6	38,35	229,13	399,57	1,1014	1,6912
21	10,71	8,719	1058,7	39,51	230,63	400,04	1,1064	1,6906
22	11,00	8,973	1054,7	40,70	232,15	400,51	1,1115	1,6901
23	11,30	9,232	1050,6	41,92	233,66	400,97	1,1165	1,6895
24	11,60	9,498	1046,6	43,17	235,19	401,42	1,1216	1,6889
25	11,91	9,769	1042,4	44,45	236,72	401,87	1,1266	1,6884
26	12,22	10,050	1038,3	45,77	238,25	402,31	1,1316	1,6878
27	12,54	10,330	1034,1	47,13	239,79	402,74	1,1367	1,6872
28	12,86	10,620	1029,9	48,52	241,34	403,17	1,1417	1,6866
29	13,19	10,910	1025,6	49,95	242,89	403,59	1,1467	1,6860
30	13,53	11,210	1021,4	51,41	244,45	404,01	1,1518	1,6854
31	13,87	11,520	1017	52,92	246,01	404,41	1,1568	1,6848
32	14,22	11,840	1012,6	54,46	247,59	404,81	1,1619	1,6842
33	14,57	12,160	1008,2	56,05	249,16	405,20	1,1669	1,6836
34	14,93	12,480	1003,7	57,68	250,75	405,59	1,172	1,6830
35	15,30	12,820	999,22	59,36	252,34	405,96	1,177	1,6823
36	15,68	13,160	994,65	61,08	253,94	406,33	1,1821	1,6817
37	16,06	13,500	990,04	62,85	255,55	406,68	1,1872	1,6810
38	16,44	13,860	985,37	64,67	257,17	407,03	1,1922	1,6804
39	16,84	14,220	980,64	66,54	258,79	407,37	1,1973	1,6797
40	17,24	14,590	975,86	68,47	260,42	407,70	1,2024	1,6790
41	17,65	14,970	971,02	70,45	262,06	408,01	1,2075	1,6783
42	18,06	15,350	966,12	72,48	263,71	408,32	1,2126	1,6775
43	18,48	15,740	961,16	74,58	265,37	408,62	1,2177	1,6768
44	18,91	16,140	956,13	76,73	267,04	408,90	1,2229	1,6760
45	19,35	16,550	951,02	78,95	268,71	409,17	1,228	1,6752
46	19,79	16,960	945,85	81,24	270,40	409,43	1,2331	1,6744
47	20,24	17,380	940,6	83,60	272,10	409,68	1,2383	1,6736
48	20,70	17,820	935,27	86,03	273,81	409,92	1,2435	1,6727
49	21,17	18,250	929,86	88,53	275,52	410,13	1,2487	1,6718
50	21,64	18,700	924,35	91,12	277,26	410,34	1,2539	1,6709
51	22,12	19,160	918,76	93,78	279,00	410,53	1,2591	1,6700
52	22,61	19,620	913,07	96,54	280,75	410,70	1,2643	1,6690

Temperatura	Pressão absoluta		Densidade		Entalpia		Entropia	
°C	Bolha bar	Orvalho bar	Líquido Kg/m ³	Vapor Kg/m ³	Líquido kJ/Kg	Vapor kJ/Kg	Líquido kJ/Kg·K	Vapor kJ/Kg·K
53	31,06	30,25	839,80	115,5	296,91	461,52	1,3148	1,8208
54	31,76	30,95	833,21	119,2	299,11	460,97	1,3212	1,8173
55	32,47	31,66	826,47	123,0	301,33	460,38	1,3278	1,8137
56	33,20	32,38	819,55	126,9	303,59	459,75	1,3344	1,8100
57	33,94	33,12	812,45	131,1	305,88	459,07	1,3411	1,8062
58	34,69	33,87	805,15	135,4	308,20	458,34	1,3478	1,8023
59	35,45	34,63	797,64	139,9	310,56	457,55	1,3546	1,7983
60	36,23	35,41	789,89	144,6	312,96	456,71	1,3615	1,7941

Datos calculados con Refprop v.10.0

As tabelas de pressão-temperatura para o refrigerante indicam o líquido até ao ponto de bolha e o vapor até ao ponto de orvalho.

Temperatura de bolha: Temperatura a que o líquido refrigerante começa a evaporar (aparecimento da primeira bolha) a uma determinada pressão. Abaixo desta temperatura, considera-se que o líquido refrigerante está sub-arrefecido.

Ponto de orvalho do vapor: Temperatura à qual o refrigerante gasoso (vapor) começa a condensar (primeira gota ou aparecimento de orvalho) a uma determinada pressão. Acima desta temperatura, considera-se que o vapor do refrigerante está sobreaquecido.

Vapor sobreaquecido: Para determinar o superaquecimento do evaporador, medir a temperatura e a pressão da linha de sucção no tubo à saída do evaporador. Utilizando as tabelas P/T, determinar a temperatura do ponto de orvalho do vapor, que corresponde à pressão de aspiração medida. Subtrair a temperatura medida da temperatura determinada utilizando as tabelas P/T, a diferença encontrada é o superaquecimento do evaporador.

Subarrefecimento do líquido de refrigeração: Para determinar o sub-arrefecimento, medir a temperatura e a pressão da linha de sucção no tubo de saída do condensador. Utilizando as tabelas P/T, determinar a temperatura no ponto de bolha, que corresponde à pressão medida na saída do condensador. Subtrair a temperatura medida da temperatura determinada usando as tabelas P/T, a diferença encontrada é o sub-resfriamento do condensador.

Nota: Para ajustar com maior precisão os cálculos para todos esses gases zeotópicos, determinar as temperaturas de evaporação e de condensação tomando o ponto médio entre as temperaturas de bolha e de orvalho.

Diagrama de Mollier

