



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 1101425-3 A2



* B R P I 1 1 0 1 4 2 5 A 2 *

(22) Data de Depósito: 04/03/2011

(43) Data da Publicação: 21/01/2014

(RPI 2246)

(51) Int.Cl.:

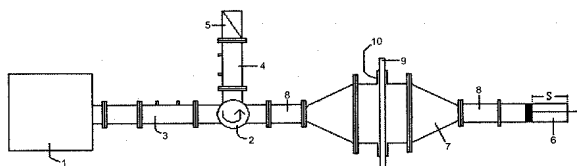
C10G 9/00

(54) Título: EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS

(73) Titular(es): INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA - IMT

(72) Inventor(es): Edmilson Renato de Castro, Jose Thomaz Senise, Lauro Ferreira, Luiz Alberto Jermolovicius, Marina Mucedola Cinquini, Renata Borges do Nascimento

(57) Resumo: EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS. Equipamento este que realiza o craqueamento térmico de hidrocarbonetos incentivado por micro-ondas; baseado na técnica de aquecimento no guia de microondas, este equipamento permite localizar o máximo do campo elétrico sobre a carga em processamento, através de um curto móvel (6); permite também controlar e medir a potência de micro-ondas irradiada e monitorar a potência refletida de micro-ondas; a carga de hidrocarbonetos (5) é irradiada por micro-ondas, que a aquecem por meio de um susceptor apropriado (10), promovendo o craqueamento incentivado por micro-ondas; a câmara de reação/irradiação (7) do equipamento é isolada termicamente com refratário transparente a micro-ondas, para minimizar a perda de energia do equipamento.



"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS".

A presente Patente de Invenção refere-se a um novo equipamento para o processo químico de craqueamento de hidrocarbonetos, em especial, de hidrocarbonetos de elevada
5 massa molar, equipamento este que utiliza energia de micro-ondas, e que proporciona a obtenção de uma mistura resultante de hidrocarbonetos com massa molar inferior à inicial.

Conforme é do conhecimento da técnica, o processo
10 de craqueamento térmico é uma operação endotérmica na qual hidrocarbonetos são submetidos a uma fissão molecular, originando hidrocarbonetos com massa molar inferior à dos hidrocarbonetos da carga original.

Normalmente, para a realização desse usual processo
15 de craqueamento térmico, são empregados os chamados "fornos de craqueamento", constituídos por tubos de aço por onde flui o material a ser craqueado. Esses tubos são montados em estantes dispostas dentro de um forno, e são expostos à chama direta de queimadores de combustível. A energia
20 liberada por essa combustão, além de constituir a fonte de energia utilizada para a reação de craqueamento propriamente dita, também é empregada para aquecer a estrutura do forno e suprir suas perdas de calor para o meio ambiente.

25 Nesses usuais fornos de craqueamento tentam aproveitar ao máximo a energia liberada pela combustão processada no seu interior, de modo a reduzir ao mínimo

possível as perdas de energia; porém, na prática, essas perdas de energia são inevitáveis, e representam um valor fortemente sensível no cômputo geral do custo operacional do reator.

5 Visando solucionar esse grande inconveniente dos fornos de craqueamento convencionais conhecidos do estado da técnica, o Depositante procedeu a uma série de estudos e pesquisas a respeito do assunto, visando o desenvolvimento de um equipamento para craqueamento térmico de
10 hidrocarbonetos que permitisse diminuir as perdas de energia aplicada ao processo, bem como eliminar qualquer geração de gases estufa, o que, no processo convencional de aquecimento, é liberado no ambiente.

Assim sendo, o Depositante chegou à concepção deste
15 novo **"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS"**, objeto da presente patente de Invenção, o qual passou a empregar energia de micro-ondas para a realização da reação de craqueamento propriamente dita. Em linhas gerais, tal equipamento consiste em um reator
20 contínuo para craqueamento de hidrocarbonetos, que apresenta, entre seus componentes, uma câmara única na qual são realizadas tanto a irradiação da carga com micro-ondas, como o seu aquecimento até alcançar as elevadas temperaturas de craqueamento, o que é obtido por meio de um
25 susceptor com alta permissividade elétrica, que absorve fortemente as micro-ondas e as transforma em energia térmica (calor); preferivelmente, o referido susceptor é

configurado em material cerâmico.

Mais especificamente, dito equipamento consiste em um reator químico contínuo constituído por uma câmara de reação/irradiação por micro-ondas termicamente isolada, para tanto sendo internamente provida de isolante térmico sílicoaluminoso transparente às micro-ondas; no interior dessa câmara, a energia de micro-ondas é utilizada para promover a quebra de moléculas (fissão molecular) dos hidrocarbonetos.

Em uma primeira opção de realização, no interior da referida câmara de reação, é previsto um corpo cilíndrico transparente a micro-ondas, no interior do qual flui a carga a ser craqueada, a qual é irradiada com micro-ondas.

Em uma outra opção de realização, pode ser prevista uma multiplicidade de corpos cilíndricos transparentes a micro-ondas no interior da câmara de reação, de forma a aumentar a capacidade de processamento do equipamento.

No interior de cada um dos referidos corpos cilíndricos, encerra-se um ou mais susceptores de micro-ondas, que transformam a energia eletromagnética em energia térmica, promovendo, assim, o aquecimento a altas temperaturas da referida carga previamente irradiada por micro-ondas.

Com este aquecimento, ocorre a reação de craqueamento de hidrocarbonetos; porém, como estes hidrocarbonetos estão submetidos a um campo eletromagnético (proporcionado pelas micro-ondas), esta reação de

craqueamento ocorre de maneira mais fácil e à pressão ambiente. Desta forma, este equipamento permite o craqueamento incentivado por micro-ondas, produzindo hidrocarbonetos com massa molar inferior à da alimentação do reator, e com consumo de energia restrito ao aquecimento do(s) susceptor(es).

Com este novo equipamento, o calor é gerado no centro do reator, e não fora dele, como ocorre no estado da técnica. Este conceito de geração interna de calor permite economizar a energia que seria perdida ao sistema no processo convencional de aquecimento.

Essa vantagem sobre o estado da técnica é atingida pelo equipamento ora inovado, uma vez que este propicia que as moléculas de hidrocarboneto sejam expostas, simultaneamente, ao susceptor aquecido a altas temperaturas e ao campo eletromagnético.

Para maior eficiência do referido susceptor, procura-se localizar sobre ele a maior concentração possível de micro-ondas, por meio da atuação de um curto móvel. A irradiação por micro-ondas de uma forma inusitada altera o mecanismo de reação, tornando-a mais rápida. Este fenômeno permite que as moléculas de hidrocarboneto apresentem rotas alternativas mais rápidas para a reação de craqueamento usual. Por outro lado, a geração interna de calor elimina a formação de gradientes térmicos entre uma fonte quente externa e o casco do reator, pois a energia térmica é colocada exatamente onde ocorre a reação,

evitando-se os tradicionais mecanismos de transporte de energia e suas inerentes perdas.

Com todas essas inovações, o equipamento para craqueamento térmico de hidrocarbonetos ora inovado constitui um produto diferenciado, construtiva e funcionalmente vantajoso em relação aos equipamentos convencionais, e que merece, portanto, a proteção de uma patente de Invenção.

Para efeito de ilustração, seguem anexos desenhos do presente invento, através dos quais o mesmo será melhor visualizado:

- a figura 1 apresenta o conceito de funcionamento do equipamento para craqueamento ora inovado;
- a figura 2 é uma vista esquemática do referido equipamento, mostrando seus componentes; e
- a figura 3 é um detalhe ampliado e em corte do reator que compõe o equipamento em questão.

O objeto da presente Patente de Invenção é um **"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS"**, o qual emprega energia de micro-ondas para a realização da reação de craqueamento propriamente dita.

Conforme ilustra o esquema (a) da figura 1 anexa, o equipamento ora inovado baseia-se no conceito de aquecimento por micro-ondas, segundo o qual é prevista uma cavidade paralelepipedica R, a qual apresenta uma de suas paredes móvel (ou seja, passível de ser longitudinalmente deslocada, de modo a aumentar ou diminuir as dimensões da

cavidade), dita parede móvel configurando um curto móvel CM; na extremidade oposta da referida cavidade R, é previsto um gerador de micro-ondas G, sendo que a carga C a ser irradiada é um cilindro de diâmetro tão pequeno que se pode considerar como desprezível em relação às dimensões da referida cavidade R.

Nesta idealização, o campo elétrico das micro-ondas assume a forma representada no esquema (b) da figura 1, onde a intensidade do campo elétrico E é nula no curto móvel CM e possui um valor qualquer sobre a carga C. Esta disposição de campo pode ser alterada movendo-se a parede ou curto móvel CM ao longo do corpo da cavidade, e, assim, torna-se possível localizar, sobre a carga C, uma região de campo elétrico E máximo, conforme ilustra o esquema (c) da figura 1.

Baseando-se nesse conceito de aquecimento por micro-ondas, o Depositante chegou ao equipamento ora inovado, ilustrado esquematicamente na figura 2, o qual é constituído pelos seguintes componentes: um gerador de micro-ondas (1), do tipo capaz de gerar micro-ondas em uma frequência liberada para uso industrial, preferivelmente de 2,45 ou de 5,8 GHz, com potência regulável até 3 kW; um circulador (2) para proteger o referido gerador (1) contra a reflexão de micro-ondas; dois acopladores direcionais (3) e (4) para conexão de medidores de potência apropriados (não ilustrados); uma carga de dissipação de micro-ondas refletidas (5); uma parede ou curto móvel (6); uma câmara

de reação/irradiação (7); e dois trechos de guia de ondas (8), respectivamente interligados à entrada e à saída da referida câmara de reação/irradiação (7).

A parede ou curto móvel (6) possui uma rosca de posicionamento (não ilustrada) que possibilita o seu deslocamento longitudinal, e com isso, o acerto da posição do máximo de campo elétrico das micro-ondas na referida câmara de reação/irradiação (7); dita rosca de posicionamento é dotada de uma escala cuja finalidade é permitir a marcação da posição escolhida para a parede ou curto móvel (6), e tornar possível a posterior reprodução dessa posição, quando necessário.

A câmara de reação/irradiação (7) é configurada por um corpo central paralelepipedico, fechado em duas laterais opostas por reduções piramidais, que servem para reduzir as dimensões do referido corpo central às dimensões dos dois guias de micro-ondas (8).

Ainda que esta seja a configuração preferida da referida câmara de reação/irradiação (7), outras configurações podem ser previstas, podendo ser utilizados outros formatos, desde que minimizem a perda de carga no reator; entre outros possíveis formatos, citam-se o cilíndrico, o anular, o esférico, e o plano convexo.

No centro geométrico do referido corpo central da câmara (7), perpendicularmente à sua face inferior, é previsto o reator químico (9) propriamente dito, opcionalmente provido de isolante térmico sílico-aluminoso

transparente a micro-ondas. Dito reator (9) transpassa a referida câmara de reação/irradiação (7), e, para evitar o vazamento das micro-ondas, os pontos de interligação entre a câmara (7) e o reator (9) são selados através de filtros de micro-ondas (10).

Conforme ilustra o detalhe ampliado e em corte da figura 3, o referido químico reator (9) é configurado por um tubo em material transparente às micro-ondas, preferivelmente quartzo, contido nos já mencionados filtros de micro-ondas (10), tubo este fechado em suas extremidades por gaxetas (11), as quais conectam o referido tubo, pelo lado superior, a uma caldeira de alimentação de hidrocarbonetos (12) e a um cilindro de gás inerte de arrasto (13) (ou a uma fonte de vapor de arrasto), e, pelo lado inferior, a um condensador tipo tubo carcaça (14), com saídas (14a) e (14b) para condensado e para incondensáveis, respectivamente.

No interior do tubo de quartzo que configura o reator (9), é posicionada uma peça (15) confeccionada em um material de alta permissividade elétrica, preferivelmente cerâmica, com no mínimo 50% de carbetto de silício ou 50% de carbetto de tungstênio, peça (15) esta suportada por uma placa isolante, preferivelmente confeccionada em isolante refratário sílico-aluminoso, transparente às micro-ondas. A função desta peça cerâmica (15) é servir de "susceptor" às micro-ondas.

Conforme é do conhecimento da técnica, "susceptor"

é uma peça preferivelmente de cerâmica capaz de absorver energia eletromagnética e convertê-la em energia térmica (calor). Desta forma, no equipamento ora inovado, a referida peça cerâmica (15) configura um susceptor
5 destinado a absorver a energia das micro-ondas e a convertê-la em energia térmica, promovendo o aquecimento da carga de hidrocarbonetos no reator (9).

O material cerâmico empregado na confecção da referida peça (15) pode ser formulado com compostos que
10 apresentem capacidade catalítica de craqueamento. Tais compostos podem ser selecionados entre óxido de molibdênio, alumina, molibdato de cobalto, óxido de cromo e metais como platina.

Obviamente, o referido reator (9) pode ser
15 configurado por mais de um tubo do tipo acima descrito, e cada um dos referidos tubos pode receber mais de uma peça cerâmica (15), o equipamento ora inovado apresentando então, neste caso, mais de um susceptor para promover o aquecimento da carga de hidrocarbonetos no reator (9).

20 O reator (9) disposto no interior da câmara de reação/irradiação (7), pode ser observado através de um visor previsto na lateral desta câmara (não ilustrado), devidamente protegido com um filtro de micro-ondas.

Com este equipamento, para o craqueamento térmico
25 de hidrocarbonetos, utiliza-se apenas energia de micro-ondas para a quebra das cadeias carbônicas. Como os hidrocarbonetos não se aquecem com micro-ondas, o

susceptor, no caso, a peça (15) de cerâmica com alto teor de carbeto de silício ou de tungstênio, absorve fortemente as micro-ondas e eleva sua temperatura para promover o aquecimento da mistura reagente no reator (9) aos valores
5 necessários para ocorrer o craqueamento.

Para atingir o melhor desempenho deste susceptor (15), é possível mover a parede do curto móvel (6), para posicioná-la em um ponto onde a região de máximo campo elétrico se sobreponha ao reator (9), como ilustrado no
10 esquema (c) da figura 1.

Com uma vazão constante de vapor ou de gás inerte do cilindro de gás (13), ajusta-se a temperatura do susceptor (15), regulando-se o valor da potência efetiva de micro-ondas aplicada ao reator (9). A potência efetiva é a
15 diferença entre a potência irradiada pelo gerador (1), medida pelo acoplador direcional (3), e a potência refletida pelo sistema câmara/reator, medida pelo acoplador direcional (4).

A alimentação deste reator pode ser,
20 alternativamente, com hidrocarboneto líquido. Neste caso, não se utiliza gás inerte e a temperatura é ajustada com a carga fluindo pelo reator (9).

Para melhor compreensão do funcionamento deste equipamento, descrevem-se, a seguir, quatro experimentos
25 realizados.

O reator (9) foi irradiado com micro-ondas de 2,45 GHz e, simultaneamente, foi alimentado de nitrogênio,

proveniente do cilindro (13), para tornar inerte a atmosfera interna do reator e como gás de arrasto. Observou-se que a temperatura do susceptor (15) aumentava continuamente.

5 Quando a temperatura estabilizou, introduziu-se um fluxo de vapor da amostra de hidrocarbonetos na corrente de arrasto. Este fluxo de vapor de hidrocarbonetos foi gerado no vaso aquecido ou caldeira (12). A pressão interna deste vaso foi controlada por um pressostato (16). O
10 hidrocarboneto foi admitido no circuito de gás inerte por meio da válvula (17), como se apresenta na figura 3.

Durante os experimentos, monitorou-se a temperatura do susceptor (15) a fim de garantir que a sua temperatura não diminuísse em demasia devido ao consumo de energia para
15 o craqueamento. Os produtos de craqueamento foram condensados no condensador (14), que foi refrigerado com querosene a -8°C . O condensado foi retirado pela saída (14a) e os incondensáveis pela saída (14b).

EXEMPLO 1: O reator (9) foi alimentado com 4 g de
20 nafta com faixa de destilação $154 - 181^{\circ}\text{C}$, na forma de vapor a 2atm, com uma vazão de arrasto por nitrogênio de 1,5 L/min e com potência efetiva de micro-ondas de 143 W. A temperatura do susceptor (15) atingiu os 600°C e a pressão do reator foi a pressão ambiente. Obteve-se um condensado
25 com produtos de ponto de ebulição entre $63,6$ e 193°C , apresentados na Tabela I ilustrada na folha seguinte.

EXEMPLO 2: O reator (9) foi alimentado com 12g da

mesma nafta do Exemplo 1 e em condições análogas, porém com potência efetiva de micro-ondas de 163 W e temperatura no susceptor de 700°C. Obteve-se um condensado com produtos de ponto de ebulição entre -6,2 e 134,2°C, apresentados na

5 Tabela I ilustrada abaixo.

EXEMPLO 3: O reator (9) foi alimentado com 1,6 g da mesma nafta do Exemplo 1 e em condições análogas, porém com potência efetiva de micro-ondas de 155 W e temperatura no susceptor (15) de 900°C. Obteve-se um condensado com

10 produtos de ponto de ebulição entre -47,4 e 193°C, apresentados na Tabela I ilustrada abaixo.

EXEMPLO 4: O reator (9) foi alimentado com 120g da mesma nafta do Exemplo 1 e em condições análogas, porém com potência efetiva de micro-ondas de 166 W e temperatura no

15 susceptor de 750°C. Obteve-se um condensado com produtos de ponto de ebulição entre 28,1 e 135,7°C, apresentados na Tabela I ilustrada abaixo.

Tabela I: Resultados de CG-MS dos testes de craqueamento

Hidrocarbonetos	PM (u.m.m.)	FM	PE (°C)	Nafta	E 1	E 2	E 3	E 4
Propeno	42	C3H6	-47,4				X	
1-Buteno	56	C4H8	-6,2			X		
2-Metil, Butano	72	C5H12	28,1				X	X
4-Metil, 1-Pentino	82	C6H10	61,4					X
4-Metil, 1-Pentino	84	C6H12	54,3					X
1,2,3-Trimetil, Ciclopropano	84	C6H12	53,0					X
1-Hexeno	84	C6H12	63,6		X		X	X
1-Propil, Ciclopropano	84	C6H12	69,3			X		X
Hexano	86	C6H14	68,9				X	X
2,2-Dimetil, Butano	86	C6H14	49,9			X		X
1-Heptino	96	C7H12	99,0					X
1-Hepteno	98	C7H14	94,0			X	X	
5-Metil, 1-Hexeno	98	C7H14	85,4			X	X	
Heptano	100	C7H16	98,5				X	X

[illegible]

REIVINDICAÇÕES

1ª) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE
HIDROCARBONETOS", caracterizado por empregar energia de
5 micro-ondas para a realização da reação de craqueamento
propriamente dita, e por se constituir de reator contínuo
formado por gerador de micro-ondas (1), circulador (2),
acopladores direcionais (3) e (4), carga de dissipação (5),
câmara de reação/irradiação (7) conectada, de um lado, ao
10 gerador (1), e do outro, a curto móvel (6), e trechos de
guia de ondas (8), respectivamente interligados à entrada e
à saída da referida câmara de reação/irradiação (7); dita
câmara de reação/irradiação (7) é configurada por corpo
central paralelepipedico, fechado em duas laterais opostas
15 por reduções piramidais, que reduzem as dimensões do corpo
central para as dimensões dos guias de micro-ondas (8); no
centro geométrico do referido corpo central da câmara de
reação/irradiação (7), perpendicularmente à sua face
inferior, é previsto reator químico (9) que transpassa a
20 referida câmara (7), sendo previstos filtros de micro-
ondas (10) para selar as ligações entre o referido reator
(9) e a câmara (7); dito reator químico (9) é configurado
por pelo menos um tubo em material transparente às micro-
ondas, contido nos referidos filtros de micro-ondas (10), e
25 fechado em suas extremidades por gaxetas (11), as quais
conectam o referido pelo menos um tubo, pelo lado superior,
a caldeira de alimentação de hidrocarbonetos (12) e a

cilindro de gás inerte de arrasto (13) ou a fonte de vapor de arrasto, e, pelo lado inferior, a condensador (14), com saídas (14a) e (14b) para condensado e incondensáveis, respectivamente; no interior do referido pelo menos um tubo
5 que configura o reator (9), é posicionada pelo menos uma peça (15) confeccionada em material de alta permissividade elétrica, suportada por placa isolante transparente às micro-ondas, peça (15) esta que configura susceptor para absorver a energia das micro-ondas e convertê-la em energia
10 térmica, promovendo o aquecimento da carga de hidrocarbonetos no reator (9).

2ª) **"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS"**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o referido gerador (1) gerar micro-ondas
15 de 2,45 GHz.

3ª) **"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS"**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o referido gerador (1) gerar micro-ondas de 5,8 GHz.

20 4ª) **"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS"**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o referido curto móvel (6) possuir rosca de posicionamento que possibilita o seu deslocamento longitudinal, para obtenção da posição do máximo de campo
25 elétrico das micro-ondas na referida câmara de reação/irradiação (7).

5^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com as reivindicações 1 e 4, caracterizado por a referida rosca de posicionamento ser dotada de escala para permitir marcação da posição escolhida para a parede ou curto móvel (6), e a posterior reprodução dessa posição, quando necessário.

6^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida câmara de reação/irradiação (7) apresentar qualquer formato conveniente que minimize a perda de carga no reator, entre eles, os formatos cilíndrico, anular, esférico, e plano convexo.

7^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida câmara de reação/irradiação (7) ser opcionalmente provida de isolante térmico sílico-aluminoso transparente a micro-ondas.

8^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido pelo menos um tubo que configura o reator químico (9) ser preferivelmente confeccionado em quartzo.

9^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida pelo menos uma peça ou

susceptor (15) ser preferivelmente confeccionada em cerâmica, com no mínimo, 50% de carbeto de silício.

10^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1,

5 caracterizado por a referida pelo menos uma peça ou susceptor (15) ser preferivelmente confeccionada em cerâmica, com no mínimo, 50% de carbeto de tungstênio.

11^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com as reivindicações 1, 9 e

10 10, caracterizado por a cerâmica empregada na confecção da referida pelo menos uma peça (15) ser formulada com compostos que apresentem capacidade catalítica de craqueamento.

12^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE

15 HIDROCARBONETOS", de acordo com as reivindicações 1 e 11, caracterizado por os referidos compostos com capacidade catalítica de craqueamento serem selecionados entre óxido de molibdênio, alumina, molibdato de cobalto, óxido de cromo e metais como platina.

20 13^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por a referida placa suporte da referida pelo menos uma peça ou susceptor (15) ser preferivelmente confeccionada em material isolante sílico-aluminoso.

25 14^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por o referido reator (9) ser observado através de visor previsto na lateral da câmara de reação/irradiação (7), protegido por filtro de micro-ondas.

15^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE

5 **HIDROCARBONETOS**", de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo processamento de cargas líquidas de hidrocarboneto.

16^a) "EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE

HIDROCARBONETOS", de acordo com a reivindicação 1,

10 caracterizado pelo processamento de cargas de hidrocarboneto no estado de vapor.

FIG. 1

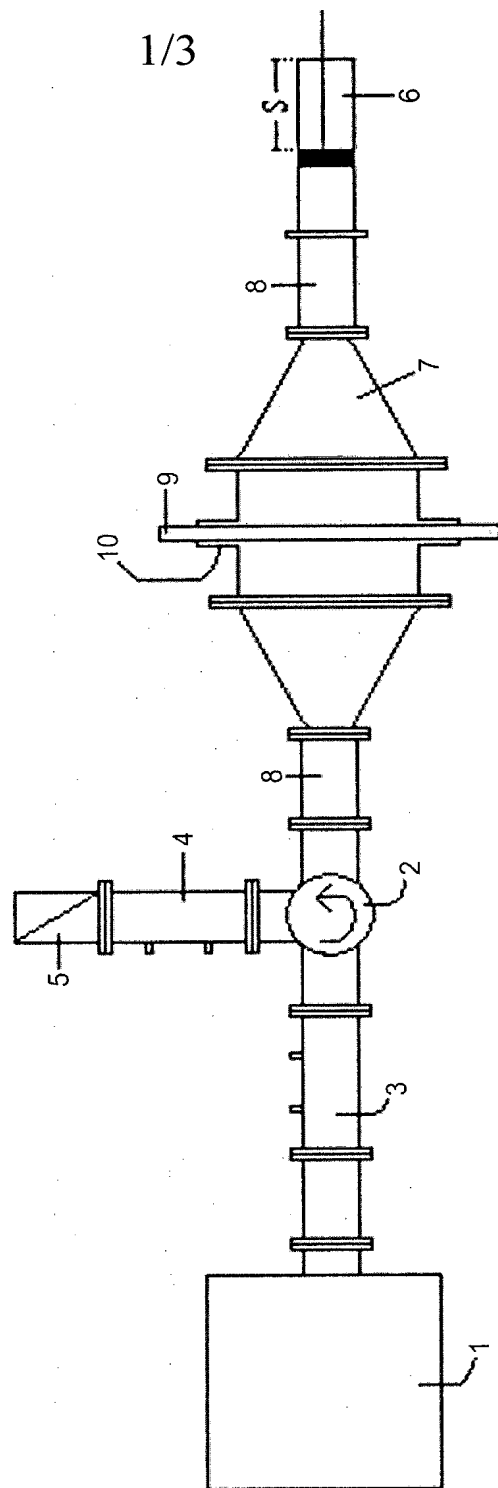


FIG. 2

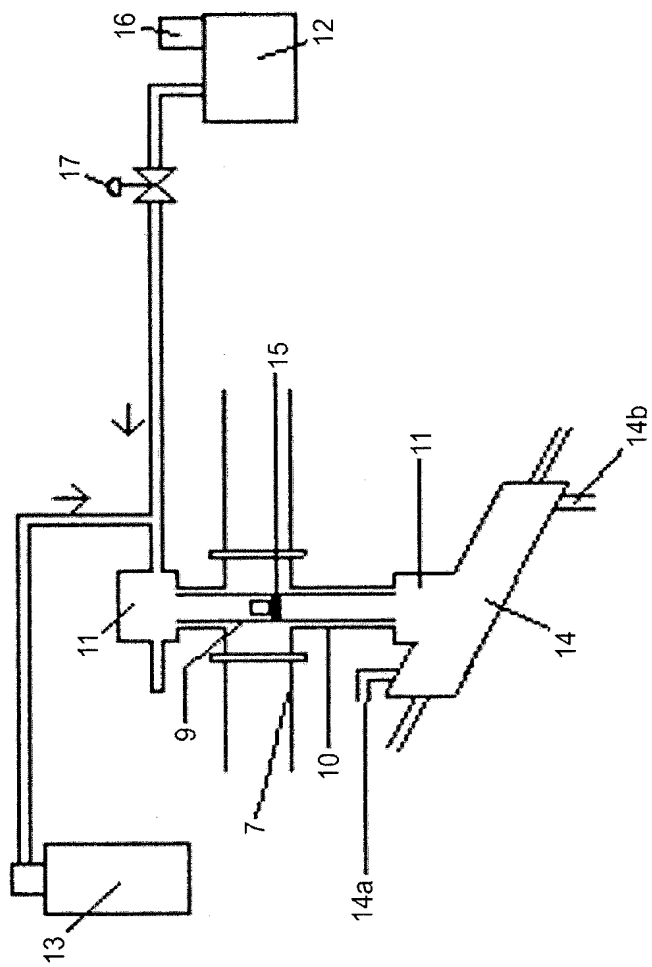
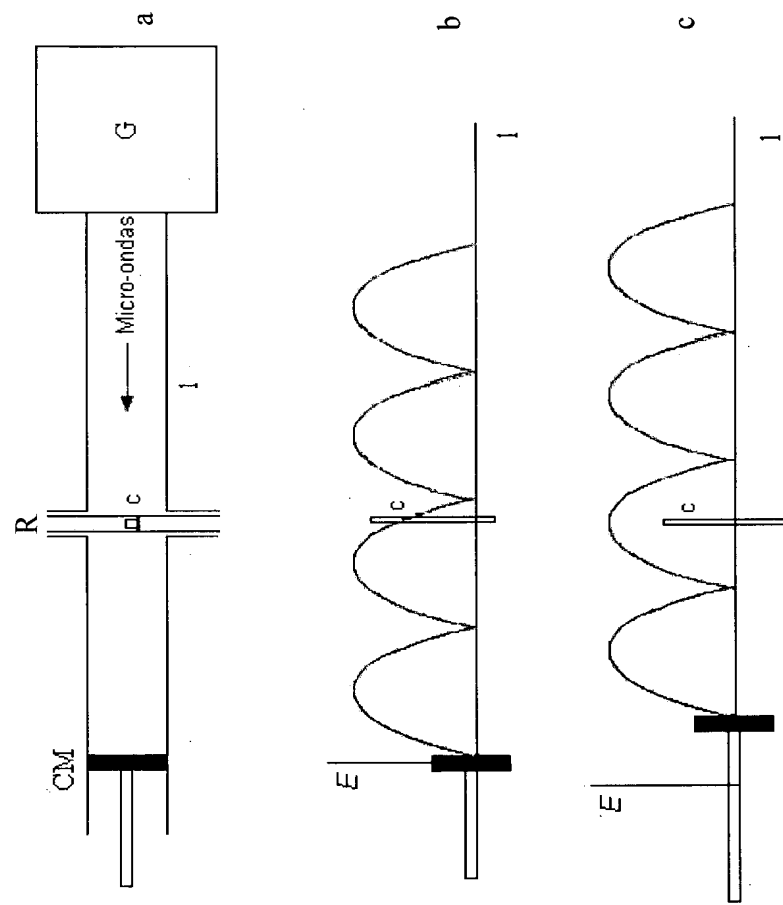


FIG. 3



RESUMO

"EQUIPAMENTO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE HIDROCARBONETOS",

equipamento este que realiza o craqueamento térmico de hidrocarbonetos incentivado por micro-ondas; baseado na técnica de aquecimento no guia de microondas, este equipamento permite localizar o máximo do campo elétrico sobre a carga em processamento, através de um curto móvel (6); permite também controlar e medir a potência de micro-ondas irradiada e monitorar a potência refletida de micro-ondas; a carga de hidrocarbonetos (5) é irradiada por micro-ondas, que a aquecem por meio de um susceptor apropriado (10), promovendo o craqueamento incentivado por micro-ondas; a câmara de reação/irradiação (7) do equipamento é isolada termicamente com refratário transparente a micro-ondas, para minimizar a perda de energia do equipamento.