



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

(21) PI 1100460-6 A2



(22) Data de Depósito: 14/02/2011
(43) Data da Publicação: 30/04/2013
(RPI 2208)

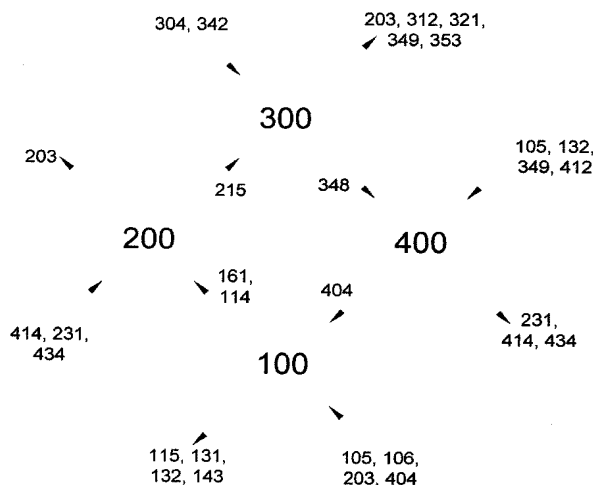
(51) *Int.Cl.*:
C02F 11/04
C12P 5/02

(54) **Título:** SISTEMA INTEGRADO PARA
RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA

(73) **Titular(es):** Fabrício Segabinazzi Siqueira

(72) **Inventor(es):** Fabrício Segabinazzi Siqueira

(57) **Resumo:** SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATERIA ORGÂNICA. É descrito um sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica que reproduz o ciclo natural do carbono e provê a produção de benefícios e/ou subprodutos a cada estágio do sistema, com a reciclagem dos resíduos gerados das unidades anteriores do sistema, dito sistema que compreende uma unidade de decomposição da matéria orgânica (100) dotada de um digestor anaeróbico (110) com uma cultura de bactérias acidogênicas e acetogênicas e microorganismos metanogênicos para produção de biogás (114) e digestato (115), uma unidade de combustão (200) que apresenta uma câmara de combustão (210), uma unidade de resfriamento (300) que compreende um equipamento térmico (310) com fonte de calor (203) composta pelo gás de exaustão aquecido (215) recebido da unidade de combustão (200) e fonte fria composta por substância refrigerante (304), e uma unidade de síntese (400) que compreende um fotobioreator (410) ou qualquer outro meio natural de fotossíntese para a produção de oxigênio (414), biomassa (404) e hidrocarbonetos (434).



SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um sistema integrado para
5 reciclagem de matéria orgânica. Mais especificamente compreende
um sistema que reproduz o ciclo natural do carbono e provê a
produção de benefícios e/ou subprodutos a cada estágio do sistema,
com a reciclagem dos resíduos gerados das unidades anteriores do
sistema.

10 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A matéria orgânica é definida biologicamente como matéria de
origem animal ou vegetal, e geologicamente como compostos de
origem orgânica encontrados sob a superfície do solo.

Reciclagem é o termo geralmente utilizado para designar o
15 reaproveitamento de materiais beneficiados como matéria-prima para
um novo produto.

A gestão dos resíduos, essencialmente da componente orgânica
destes, começa a ser uma questão cada vez mais preocupante
devido à convencional forma de tratamento (deposição em aterros),
20 que não aproveita a matéria orgânica e lança metano à atmosfera (um
gás que contribui para o efeito estufa) e falta de aproveitamento do
seu potencial para transformação em subprodutos de interesse
econômico.

Atualmente, a matéria orgânica vem sendo utilizada na geração
25 de biogás, um tipo de mistura gasosa de dióxido de carbono (CO_2) e
metano (CH_4), produzida naturalmente em meio anaeróbico pela ação
de microorganismos em matérias orgânicas, que são fermentadas

dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez.

No entanto, as usinas geradoras de biogás, assim como usinas termoelétricas tradicionais de combustíveis fósseis, lançam à atmosfera grandes quantidades de CO₂, trazendo à tona questões sobre o aquecimento global.

Durante o período de pelo menos 10.000 anos antes da revolução industrial, a concentração de CO₂ na atmosfera se manteve constante entre 260 e 280 partículas por milhão (ppm). No entanto, desde cerca de 1850, devido à industrialização, a concentração de CO₂ na atmosfera passou a aumentar progressivamente, e desde 2003, a concentração de CO₂ vem crescendo a uma taxa superior a 2ppm por ano, atingindo um total de 390 ppm em 2010.

Diversas soluções técnicas visam resolver este problema, completando o ciclo carbônico através da utilização de biorreatores contendo algas que reciclam o CO₂, transformando-o em biomassa ou hidrocarbonetos (geralmente combustíveis), através do processo de fotossíntese.

No entanto, estas soluções são limitadas por ter como objetivo apenas reduzir a emissão de poluentes na produção de energia, ignorando o imenso potencial de reciclagem e outros benefícios oferecidos pelo ciclo carbônico.

Outras soluções técnicas enfatizam a reciclagem e realizam o sequestro de carbono ou o tratamento de dejetos orgânicos, porém não fazem uso do ciclo carbônico.

O estado da técnica descreve algumas destas soluções, tal como o documento US2009/003828 que provê a produção de combustíveis

a partir de algas usando o ciclo carbônico, incluindo um biorreator, um digestor anaeróbico e um catalisador para converter gás de síntese em combustíveis líquidos, sendo o dióxido de carbono produzido pelo digestor anaeróbico transferido direto ao biorreator, fechando o ciclo.

5 O documento DE102007007131 descreve uma usina à biogás acoplada a bioreator contendo algas.

Os documentos US6477841B1 e GB2254858 descrevem o uso de resíduos reciclados da combustão de combustíveis para a criação de algas.

10 O documento US2008/0166265 descreve uma usina geradora de gás de síntese a partir de esgoto e outros dejetos usando uma tocha de plasma. O gás é oxidado para gerar energia e os dejetos são reciclados no biorreator e processados pela tocha de plasma, fechando o ciclo.

15 O documento US2008/0166790 descreve a produção de energia e combustíveis usando o ciclo carbônico, através de um bioreator, uma tocha de plasma e máquina térmica.

O documento US2010/000699 descreve processos de sequestro carbono emitido em diversos processos, fazendo uso de biorreator e
20 digestor anaeróbico, em um processo não cíclico.

O documento US2008/0050800 descreve um processo de produção não cíclico de energia e combustíveis a partir de dejetos agrícolas como matéria-prima.

No entanto, o estado da técnica não descreve nem sugere um
25 sistema que reproduz o ciclo natural do carbono e provê a produção de benefícios e/ou subprodutos a cada estágio do sistema, adaptado a diversas aplicações, com a reciclagem dos resíduos dos estágios

anteriores do sistema, tal sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica sendo descrito e reivindicado no presente pedido.

SUMÁRIO

5 A invenção provê um sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica que faz uso de quatro processos em um sistema que reproduz o ciclo natural do carbono – decomposição, combustão, resfriamento e síntese.

10 A invenção provê um sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica com potencial uso no tratamento de dejetos orgânicos, geração de energia, sequestro de carbono, produção de biocombustíveis, fertilizantes, oxigênio e biomassa, melhoria do solo, aquecimento, dessalinização da água e tratamento de esgotos.

15 A invenção provê um sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica que promove flexibilidade, eficiência e auto-suficiência, pois os resíduos de um estágio podem ser usados como matéria-prima em outros estágios ou serem utilizados como subprodutos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

20 A figura 1 apresenta um diagrama esquemático simplificado do sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica, evidenciando a inter-relação entre as unidades de decomposição da matéria orgânica (100), a unidade de combustão (200), a unidade de resfriamento (300) e a unidade de síntese (400).

25 A figura 2 apresenta representações esquemáticas de possíveis configurações para a unidade de decomposição da matéria orgânica (100), onde a figura 2A apresenta uma configuração simples, incluindo apenas o digestor anaeróbico (110) e reservatórios para

biogás (111) e digestato (112); a figura 2B apresenta uma configuração simples, incluindo apenas a câmara de pirólise (140); a figura 2C apresenta uma configuração que combina um digestor anaeróbico (110), uma câmara de compostagem (130) e uma câmara de pirólise (140); a figura 2D apresenta uma câmara de pirólise (140) incluindo sistema de condensadensamento (350) de bio-óleo (152); a figura 2E apresenta a tocha de plasma (160).

A figura 3 apresenta representações esquemáticas de possíveis configurações para unidade de combustão (200) sendo a figura 3A a configuração mais simples possível, incluindo apenas a câmara de combustão (210); a figura 3B apresenta a uma câmara de combustão (210) integrada a uma câmara de pirólise (140), onde ambas as câmaras são envolvidas por isolamento térmico (220); a figura 3C é semelhante à 3B, mas inclui uma turbina (311) para aproveitar a energia (312) da pressão do gás de síntese (161) gerado na câmara de pirólise (140); a figura 3D é uma variação da figura 3C, adicionando um condensador (350) para separar bio-óleo (152) e um equipamento (146) para triturar e armazenar a biomassa de origem celulósica (145) antes que esta seja dirigida à câmara de pirólise (140); e a figura 3E apresenta um motor de combustão interna (230) do tipo otto, atkinson ou similar, acoplado a um gerador elétrico (320) e uma bateria (330).

A figura 4 apresenta representações esquemáticas de possíveis configurações para unidade de resfriamento (300), sendo a figura 4A a configuração mais simples possível, incluindo apenas o equipamento térmico (310), representando uma máquina do tipo stirling ou gerador termoeletrico, entre outras; a figura 4B apresenta

um equipamento térmico (310) semelhante ao ciclo rankine, onde uma substância refrigerante percorre um ciclo fechado, sendo vaporizada (361) e condensada (360) a cada ciclo; a figura 4C é semelhante à figura anterior, com a adição um gerador elétrico (320) e uma bateria (330); a figura 4D é uma variação da figura 4B onde a substância refrigerante é composta por água salgada (342), sendo que neste caso a substância refrigerante é constantemente reabastecida de modo a dessalinizar a maior quantidade possível de água salgada (342); e a figura 4E é uma variação da figura 4D, onde estão presentes um gerador elétrico (320) e uma bateria (330).

A figura 5 apresenta representações esquemáticas de possíveis configurações para unidade de síntese (400), sendo a figura 5A a configuração mais simples possível, incluindo apenas o fotobiorreator (410); a figura 5B apresenta um sistema que inclui fotobiorreator (410), turbina (311) para aproveitar a energia da pressão do oxigênio (O_2) (414) e outros gases produzidos, e sistema de separação e processamento de hidrocarbonetos (430), e a figura 5C apresenta um sistema onde o meio de fotossíntese é composto por uma estufa (440).

A figura 6 apresenta um diagrama esquemático do sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica, evidenciando a forma mais completa e preferível da invenção, com linhas duplas representando dutos de transporte de material entre diferentes componentes.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

O sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica que reproduz o ciclo natural do carbono e provê a produção de benefícios

e/ou subprodutos a cada estágio do sistema, objeto da presente invenção, compreende uma unidade de decomposição da matéria orgânica (100), uma unidade de combustão (200), uma unidade de resfriamento (300) e uma unidade de síntese (400).

5 A unidade de decomposição (100) compreende um digestor anaeróbico (110) com uma cultura de bactérias acidogênicas e acetogênicas e microorganismos metanogênicos.

Resíduos orgânicos (106) são depositados no digestor anaeróbico (110), ditos resíduos (106) selecionados entre algas
10 provenientes da unidade de síntese (400), biomassa (404), esterco ou efluentes orgânicos.

Os microorganismos presentes no digestor (110) digerem os resíduos orgânicos, produzindo biogás (114) e digestato (115). O digestato (115) pode ser usado como fertilizante (132).

15 O digestor anaeróbico (110) apresenta um reservatório (111) na porção superior para o armazenamento de biogás (114) e um segundo reservatório (112) oposto ao ponto de alimentação para armazenar o digestato (115).

Preferentemente, o conteúdo do digestor anaeróbico (110) deve
20 conter microorganismos termófilos e ser mantido a uma temperatura entre 50°C e 52°C, com fonte de calor (203) recebida da unidade de combustão (200).

Preferencialmente, a matéria orgânica (106) é disponibilizada no digestor (110) através de uma bomba trituradora (120).

25 Opcionalmente, parte do digestato (115) é fornecida a uma câmara de compostagem (130) contendo minhocas das espécies *Eisenia foetida*, *Eisenia Andrei*, *Eisenia hortensis*, *Enchytraeus*

buchholzi ou *Pontoscolex corethrurus*, entre outras.

A câmara de compostagem (130) pode também receber biomassa (404) para a produção de húmus (131) e fertilizante líquido (132).

5 Opcionalmente, uma câmara de pirólise (140) contendo biomassa (404), preferentemente biomassa de origem celulósica (145), é aquecida a uma temperatura entre 450°C a 550°C, gerando biocarvão (143) e gás de síntese (161).

10 Preferentemente, a fonte de calor (203) é recebida da unidade de combustão (200).

Preferentemente, a biomassa de origem celulósica (145) passa por um equipamento de trituração e armazenagem (146) antes de ser encaminhada à câmara de pirólise (140).

15 De forma preferencial, o biocarvão (143) é resfriado com substância refrigerante (304) recebida da unidade de resfriamento (300) e pulverizado em um equipamento pulverizador (142). O biocarvão pulverizado (144) é fornecido à câmara de compostagem (130), com o objetivo de produzir terra preta, um composto com excelentes qualidades fertilizantes e grande capacidade de recuperar
20 solos inférteis.

O gás de síntese (161) gerado pela câmara de pirólise (140) é coletado e direcionado para a câmara de combustão (210) para contribuir com a queima.

25 Preferentemente, um condensador (350) é posicionado entre o escape de gases da câmara de pirólise (140) e a câmara de combustão (210) de modo a condensar bio-óleo (152), armazenado em um recipiente (151). Preferentemente, o condensador (350) é

resfriado pela substância refrigerante (304) da unidade de resfriamento (300). Preferentemente, o condensador (350) deve manter uma temperatura mínima acima 100°C, de modo a evitar a condensação de água.

5 Opcionalmente, o digestor anaeróbico (110) pode ser substituído ou funcionar em paralelo com uma câmara contendo dejetos orgânicos (106) e uma tocha de plasma (160) que irá converter a matéria orgânica (106) em gás de síntese (161) e uma pequena
10 proporção (aproximadamente 20% em peso, ou 5% em volume) de subprodutos inorgânicos, conhecida como escória (162), que têm diversas aplicações, como material de construção (tijolos, cascalho, areia, aditivo de concreto, Isolamento térmico), dependendo da maneira como é processada.

15 Preferentemente, turbinas (311) são dispostas nos escapes de gás de cada um dos diferentes sistemas de decomposição (110, 140, 160) para capturar a energia da pressão dos gases.

Os gases (114, 161) gerados na unidade de decomposição (100) são utilizados na alimentação da unidade de combustão (200).

20 A unidade de combustão (200) apresenta uma câmara de combustão (210) com fonte de calor (203) alimentada por combustível (231) e oxigênio (414).

Preferentemente, o combustível (231) será composto pelos gases (114, 161) gerados na unidade de decomposição (100)

25 Preferentemente, a unidade de combustão (200) inclui uma válvula (116) na entrada de gás que regula a quantidade de gás proveniente dos diferentes sistemas de decomposição (110, 140, 160) que será direcionada à câmara de combustão (210) e o excesso que

será direcionado a um reservatório ou sistema externo de distribuição de gás (170).

Preferentemente, a câmara de combustão (210) inclui um sistema de ignição (212) alimentado pela eletricidade (321) gerada na
5 unidade de resfriamento (300).

A câmara de combustão (210) produz gás de exaustão aquecido (215) composto por Nitrogênio, vapor de água e gás carbônico.

Preferentemente, a unidade de combustão (200) e outros pontos do sistema que recebem calor (203) da unidade de combustão (200)
10 são separados do ambiente externo através de material termicamente isolante (220) de modo a evitar perdas de calor desnecessárias.

Preferentemente, na entrada de oxigênio (414) é disposta uma válvula de retenção (214) ou um compressor para evitar o escape de gases.

15 A unidade de resfriamento (300) compreende um equipamento térmico (310) tal como máquinas stirling, máquinas a vapor, geradores termoelétricos, entre outros, com fonte de calor (203) composta pelo gás de exaustão aquecido (215) recebido da unidade de combustão (200) e fonte fria composta por substância refrigerante (304).

20 Caso uma máquina à vapor do tipo rankine seja usada como equipamento térmico (310), uma caldeira ou um evaporador (344) transfere a energia térmica armazenada no gás de exaustão (215) para a substância refrigerante (304), aquecendo dita substância refrigerante (304) progressivamente até uma temperatura acima do
25 seu ponto de ebulição (345), ao mesmo tempo em que o gás de exaustão é progressivamente resfriado (348). A substância refrigerante (304), que inicialmente estava em estado líquido (360), se

transforma em gás (361), que passa por uma turbina (311), gerando energia mecânica (312). A substância refrigerante em estado gasoso (361) então passa por um condensador (350), tendo sua temperatura reduzida e conseqüentemente voltando ao estado líquido (360).

5 Preferentemente a substância refrigerante (304) é composta por água salgada fria (342). Antes de entrar no sistema, a água salgada fria (342) deve estar livre de sólidos e impurezas, sendo armazenado em tanque específico (341). No equipamento térmico (310), a água é aquecida (351), destilada (349) e armazenada em um reservatório
10 específico (347), sendo o sal (353) armazenado em outro reservatório específico (343).

Caso um gerador termoeletrico seja usado como equipamento térmico (310), o diferencial de temperatura entre a fonte de calor (203) e a fonte fria (304) será convertido diretamente em eletricidade
15 (321). Em outros casos, o dito diferencial de temperatura será convertido pelo equipamento térmico (310) em energia mecânica (312). Um gerador elétrico (320) converte a dita energia mecânica (312) em eletricidade (321).

A eletricidade (321) gerada no sistema é armazenada em uma
20 bateria (330). A bateria (330) pode ser conectada ao sistema público de fornecimento de energia elétrica (331) tanto para fornecer energia (quando o sistema estiver produzindo energia em excesso) como para receber energia (quando o sistema necessitar de energia externa).

Após passar pelo equipamento térmico (310), a temperatura do
25 gás de exaustão resfriado (348) se aproxima da temperatura ambiente.

Preferentemente, um equipamento coletor (354) recolhe os

líquidos condensados (355), evitando que estes líquidos prejudiquem o funcionamento do sistema.

Opcionalmente, as unidades de combustão (200) e de resfriamento (300) podem ser substituídas por um motor de combustão interna (230) usando os ciclos Otto, Atkinson ou
5 assemelhados, acoplado a um gerador elétrico (320) e um radiador ou equivalente para a operação de resfriamento.

A unidade de síntese (400) compreende um fotobioreator (410) ou qualquer outro meio natural de fotossíntese, com exposição a uma
10 fonte de luz (412), preferentemente luz solar, e alimentado com gás carbônico, água, fertilizantes (132) e nutrientes (105) conforme necessário, para a produção de biomassa (404) e liberação de oxigênio (414).

Opcionalmente, luz artificial pode ser fornecida para
15 funcionamento contínuo durante o período noturno.

Preferentemente, no escapamento de oxigênio (414) é disposta uma turbina (311) que converte a diferença na pressão do gás entre os ambientes externos e internos em trabalho mecânico (312).

É preferível que a água, fertilizante (132) e nutrientes (105) sejam
20 esterilizados antes de serem adicionados ao fotobioreator (410).

É preferível que o fertilizante (132) seja bombeado para o fotobioreator (410) por uma bomba trituradora (120).

O gás carbônico adicionado ao fotobioreator (410) faz parte do gás de exaustão (348) produzido pela câmara de combustão (210), e
25 resfriado pela máquina térmica (310).

O fotobiorreator (410) apresenta organismos fotossintetizantes (431), tais como macroalgas, microalgas, cianobactérias, entre outros.

Os organismos (431) produzidos no fotobiorreator (410) são colhidos e separados do meio aquoso. É preferível que os hidrocarbonetos (434) presentes na composição dos organismos (431) sejam separados, refinados e transesterificados em equipamento processador (430) e posteriormente armazenados em reservatórios (432). A biomassa (404) restante pode ser reciclada no digestor anaeróbico (110).

Opcionalmente, o fotobiorreator (410) pode funcionar paralelamente ou ser substituído por uma estufa (440) para a produção de hidrocarbonetos (434) e biomassa (404) através da criação de plantas.

Na forma descrita neste documento, o sistema gera produtos tal como húmus (131), fertilizante, biocarvão (143), biogás (114), gás de síntese (161), trabalho mecânico (312), eletricidade (321), aquecimento (203), sal (353), água dessalinizada (349), oxigênio (414), biomassa (404) e hidrocarbonetos (434).

A maior parte dos subprodutos gerados durante o processo podem ser reutilizados no sistema, tais como resíduos orgânicos (106), eletricidade (321), combustíveis (231), nutrientes (105), água e oxigênio (414).

REIVINDICAÇÕES:**1. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA** caracterizado por compreender:

5 a) uma unidade de decomposição da matéria orgânica (100) que compreende um digestor anaeróbico (110) com uma cultura de bactérias acidogênicas e acetogênicas e microorganismos metanogênicos para produção de biogás (114) e digestato (115), dito digestor anaeróbico (110) dotado de um reservatório (111) na porção superior para o armazenamento de biogás (114) e um segundo reservatório (112) oposto ao
10 ponto de alimentação para armazenar o digestato (115);

b) uma unidade de combustão (200) que apresenta uma câmara de combustão (210) com fonte de calor (203) alimentada por combustível (231) e oxigênio (414);

15 c) uma unidade de resfriamento (300) que compreende um equipamento térmico (310) com fonte de calor (203) composta pelo gás de exaustão aquecido (215) recebido da unidade de combustão (200) e fonte fria composta por substância refrigerante (304);

20 d) uma unidade de síntese (400) que compreende um fotobioreator (410) ou qualquer outro meio natural de fotossíntese, com exposição a uma fonte de luz (412) e alimentado com gás carbônico, água, fertilizantes (132) e nutrientes (105) conforme necessário, para a produção de
25 biomassa (404) e liberação de oxigênio (414).

2. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato dos resíduos orgânicos (106) depositados no digestor anaeróbico (110) serem preferentemente selecionados entre algas provenientes da unidade de síntese (400), biomassa (404), esterco ou efluentes orgânicos.

- 5 3. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de preferentemente o digestor anaeróbico (110) conter microorganismos termófilos e ser mantido a uma temperatura entre 50°C e 52°C, com fonte de calor (203) recebida da unidade de combustão (200).
10
4. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da matéria orgânica (106) ser disponibilizada no digestor (110) através de uma bomba trituradora (120).
- 15 5. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de opcionalmente uma parte do digestato (115) ser fornecido a uma câmara de compostagem (130) contendo minhocas das espécies *Eisenia foetida*, *Eisenia Andrei*, *Eisenia hortensis*, *Enchytraeus buchholzi* ou *Pontoscolex corethrurus*,
20 entre outras.
6. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da câmara de compostagem (130) receber biomassa (404)
25 para a produção de húmus (131) e fertilizante líquido (132).
7. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo

fato da câmara de compostagem (130) receber biocarvão pulverizado para produção de terra preta.

- 5 8. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da unidade de decomposição da matéria orgânica (100) opcionalmente apresentar uma câmara de pirólise (140) contendo biomassa (404) aquecida a uma temperatura entre 450°C a 550°C para a geração de biocarvão (143) e gás de síntese (161) direcionado para a câmara de combustão (210).
- 10 9. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de preferentemente ser disposto um condensador (350) entre o escape de gases da câmara de pirólise (140) e a câmara de combustão (210) para condensar bio-óleo (152) armazenado em um recipiente (151).
- 15 10. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de preferentemente ser utilizada biomassa de origem celulósica (145).
- 20 11. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato da biomassa celulósica passar por um equipamento de trituração e armazenagem (146) antes de ser encaminhada à câmara de pirólise (140).
- 25 12. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do digestor anaeróbico (110) opcionalmente ser substituído

ou funcionar em paralelo com uma câmara contendo dejetos orgânicos (106) e uma tocha de plasma (160) para conversão da matéria orgânica (106) em gás de síntese (161) e escória (162).

5 13. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de preferentemente o combustível (231) da câmara de combustão (210) ser composto pelos gases (114, 161) gerados na unidade de decomposição (100)

10 14. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do equipamento térmico (310) ser uma máquina à vapor do tipo rankine com uma caldeira ou um evaporador (344) que transfere a energia térmica armazenada no gás de exaustão (215) para a substância refrigerante (304), aquecendo dita substância refrigerante (304) progressivamente até uma
15 temperatura acima do seu ponto de ebulição (345), ao mesmo tempo em que o gás de exaustão é progressivamente resfriado (348), com a substância refrigerante (304), que inicialmente estava em estado líquido (360) se transformando em gás (361),
20 que passa por uma turbina (311), gerando energia mecânica (312), e a substância refrigerante em estado gasoso (361) passando por um condensador (350), tendo sua temperatura reduzida e retornando ao estado líquido (360), apresentando um gerador elétrico (320) que converte a dita energia mecânica (312)
25 em eletricidade (321).

15. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de preferentemente a substância refrigerante (304) ser composta por água salgada fria (342) previamente armazenada em tanque específico (341), e no equipamento térmico (310) a água sendo aquecida (351), destilada (349) e armazenada em um reservatório específico (347), sendo o sal (353) armazenado em outro reservatório específico (343).

16. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do equipamento térmico (310) ser um gerador termoelétrico onde o diferencial de temperatura entre a fonte de calor (203) e a fonte fria (304) é convertido diretamente em eletricidade (321) armazenável em uma bateria (330).

17. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de opcionalmente a unidade de combustão (200) e a unidade de resfriamento (300) serem substituídos por um sistema composto por motor de combustão interna (230) usando os ciclos Otto, Atkinson ou assemelhados, acoplado a um gerador elétrico (320), com um radiador ou equivalente realizando a operação de resfriamento.

18. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fotobiorreator (410) apresentar organismos fotossintetizantes (431), com os hidrocarbonetos (434) presentes na composição dos ditos organismos sendo separados, refinados e transesterificados em equipamento processador (430) e posteriormente armazenados em reservatórios (432) e a

biomassa (404) restante ser reciclada no digestor anaeróbico (110).

- 5 19. SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de opcionalmente o fotobiorreator (410) funcionar paralelamente ou ser substituído por uma estufa (440) para a produção de hidrocarbonetos (434) e biomassa (404) através da criação de plantas.

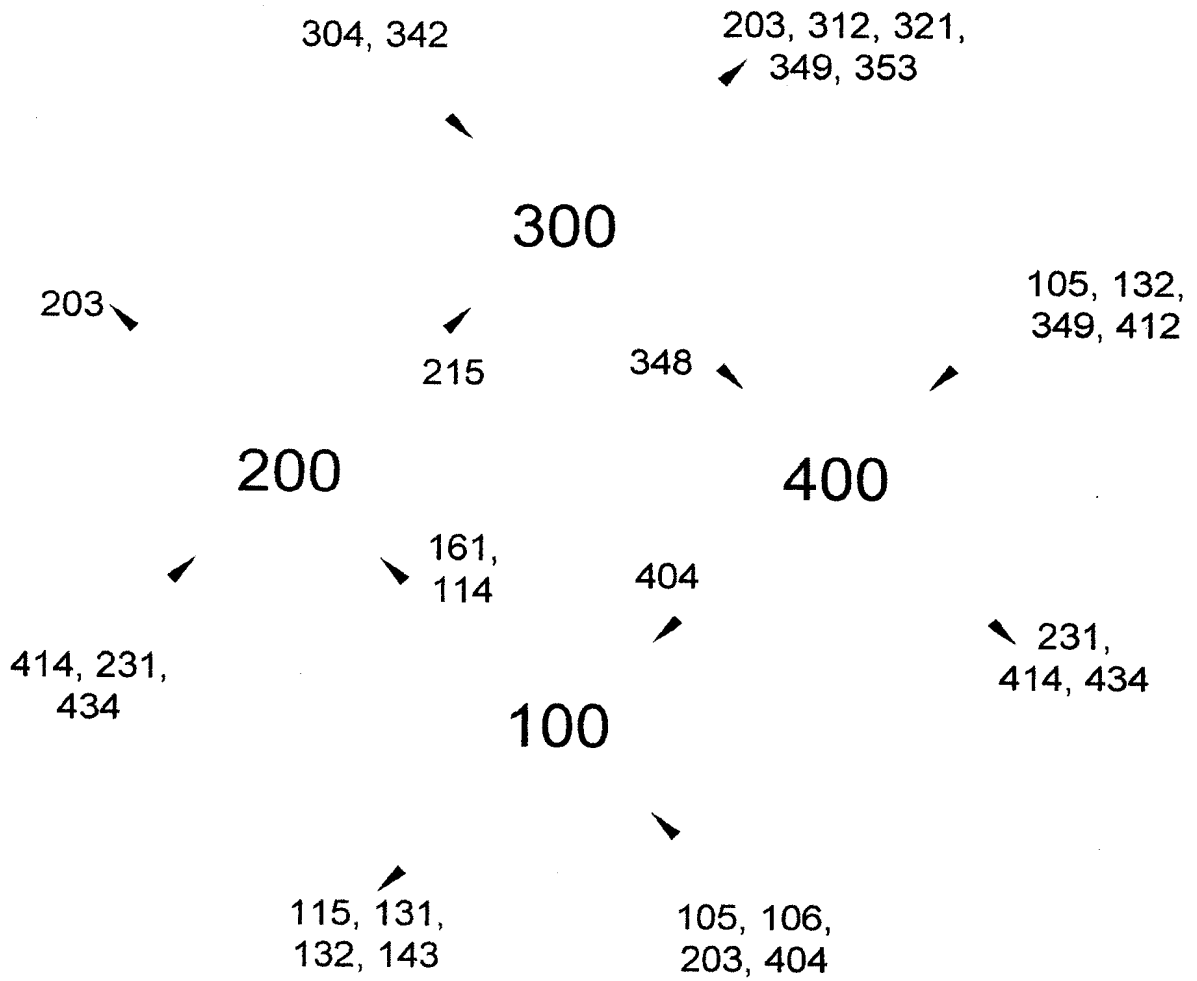


Figura 1

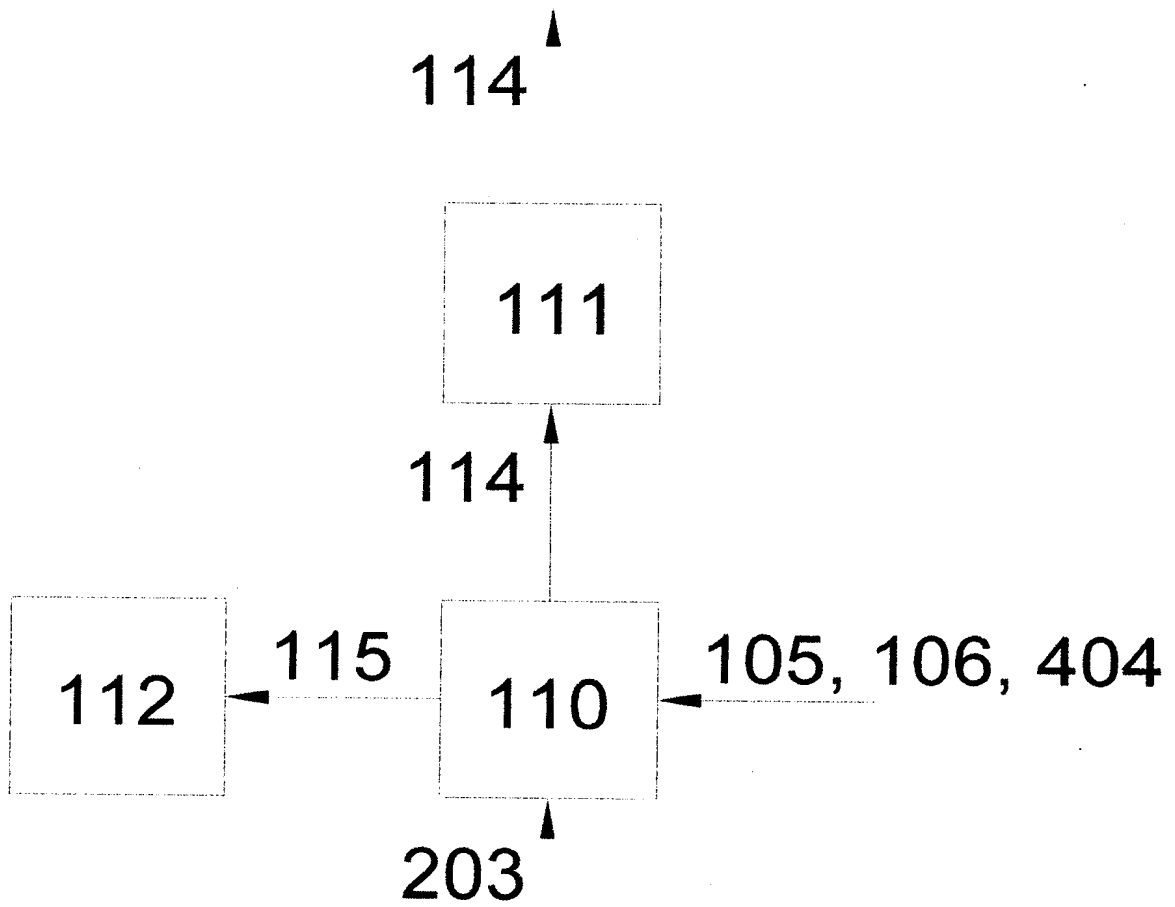


Figura 2A

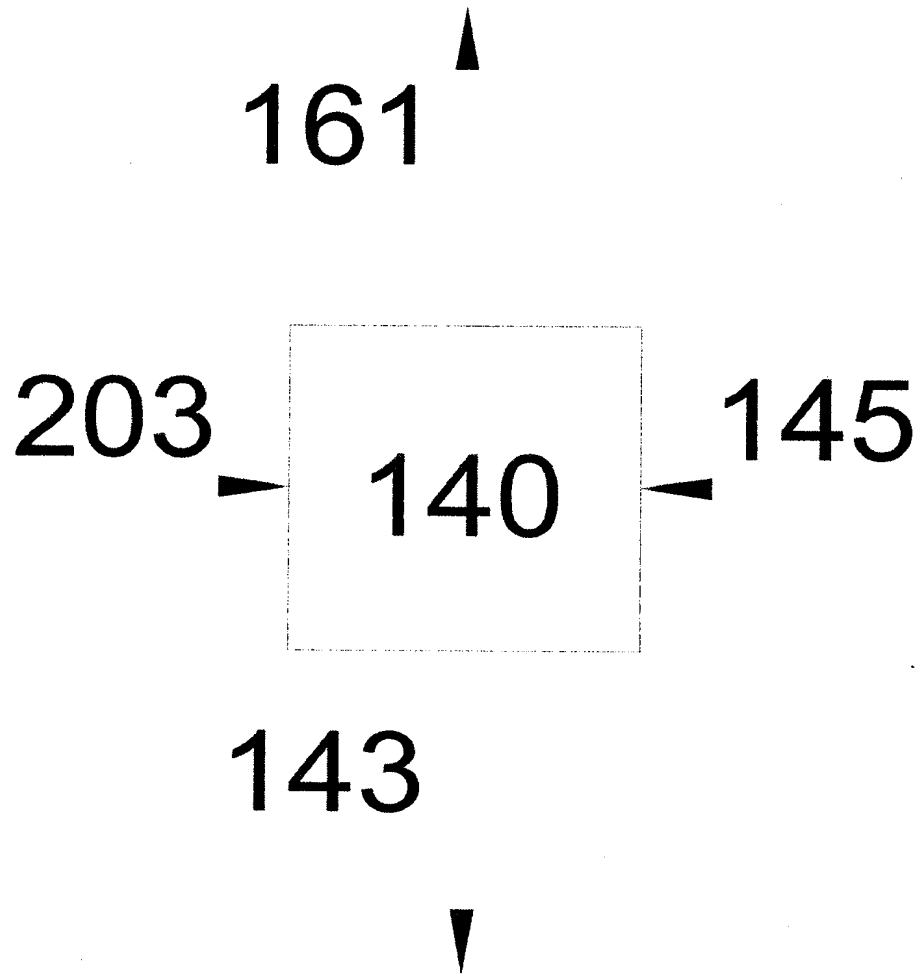
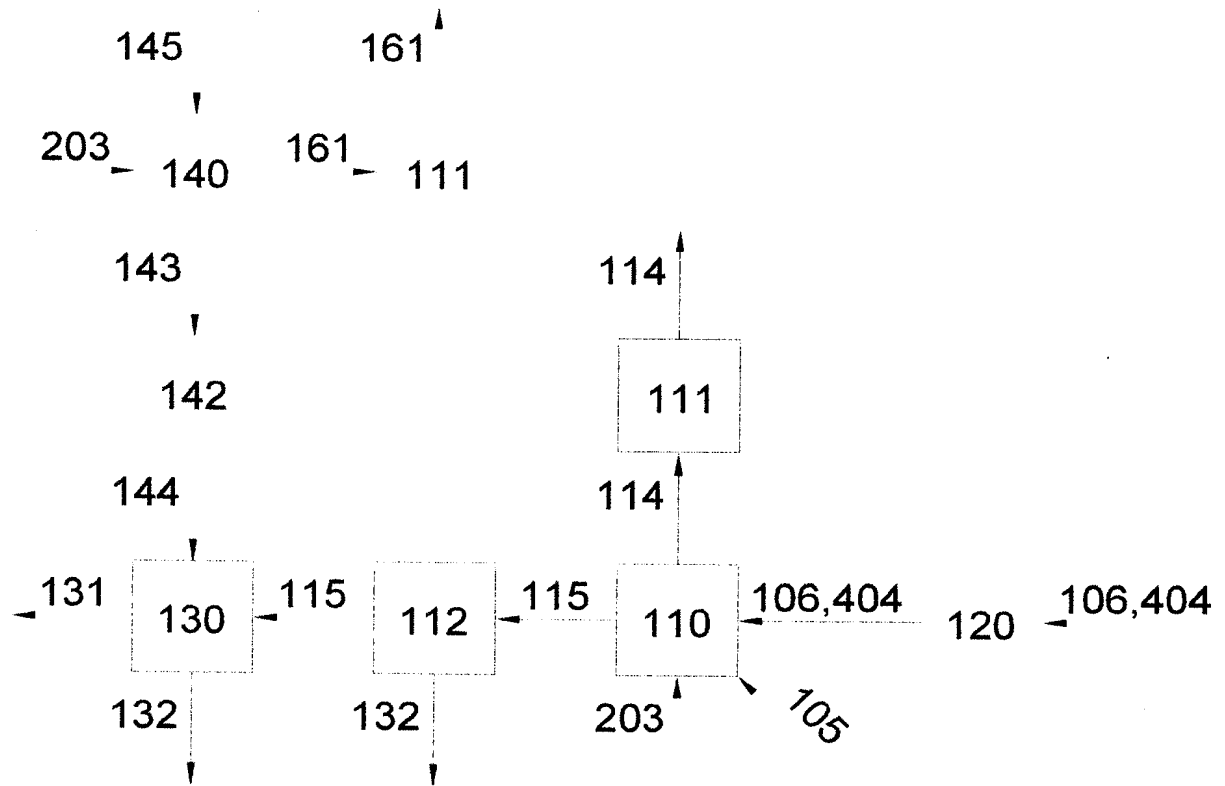


Figura 2B

**Figura 2C**

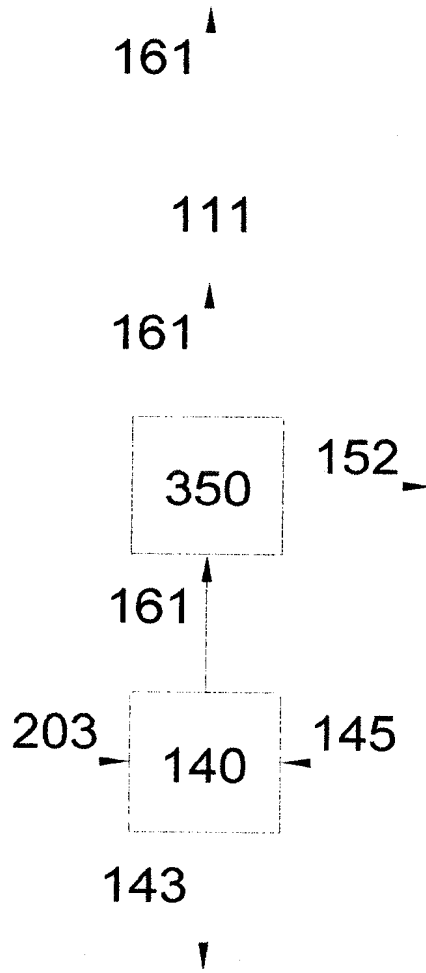


Figura 2D

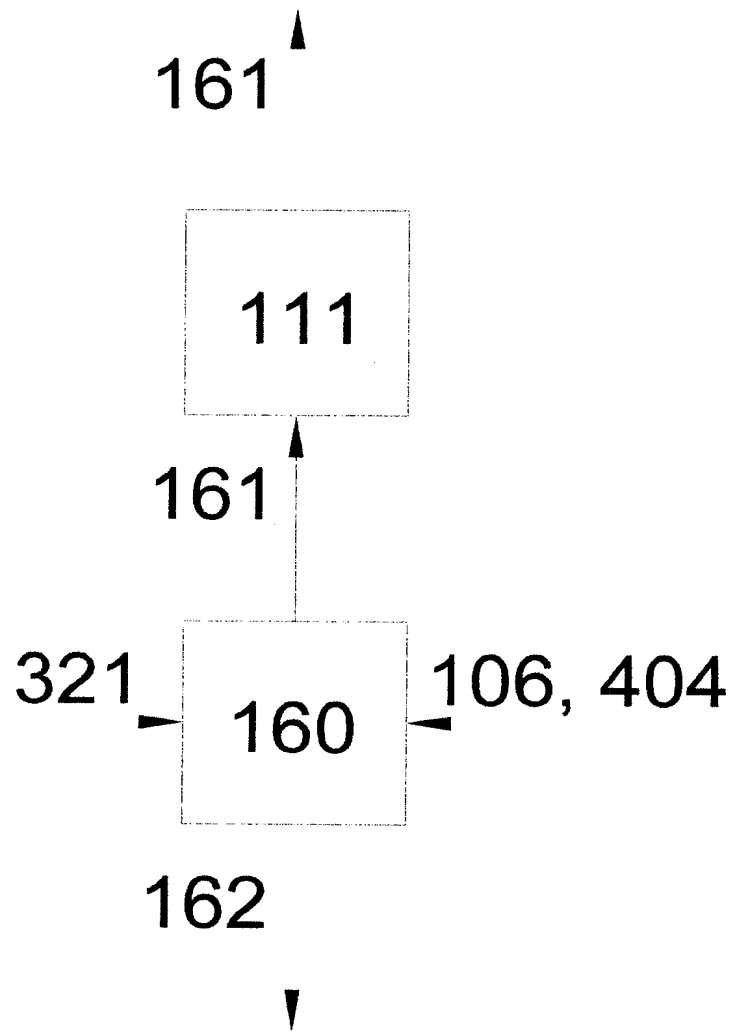


Figura 2E

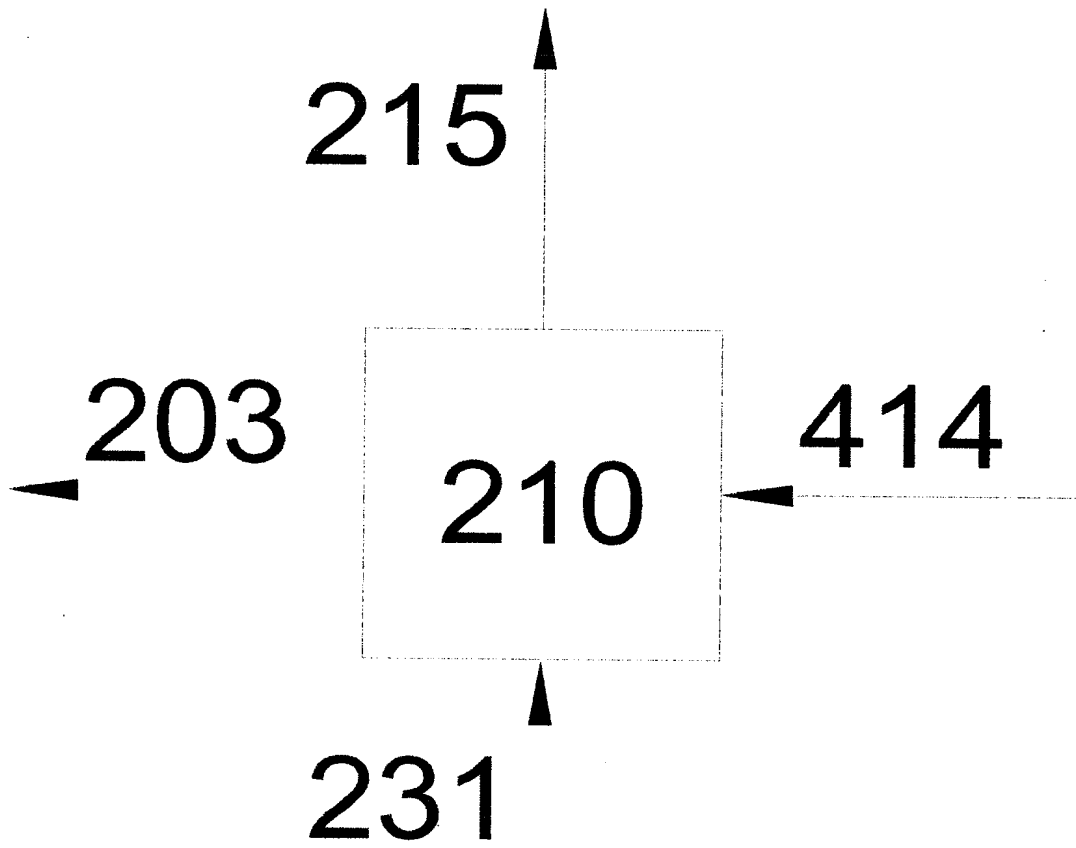
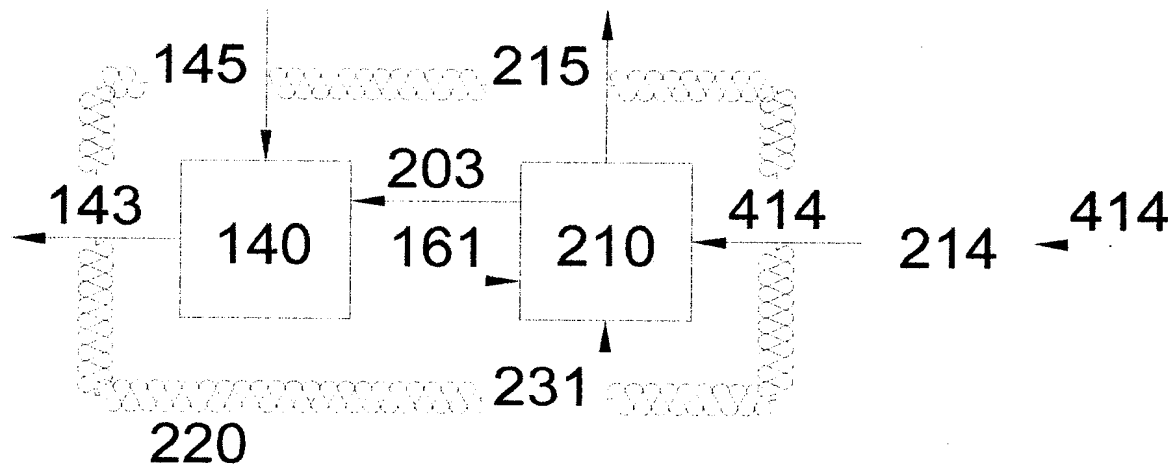


Figura 3A

**Figura 3B**

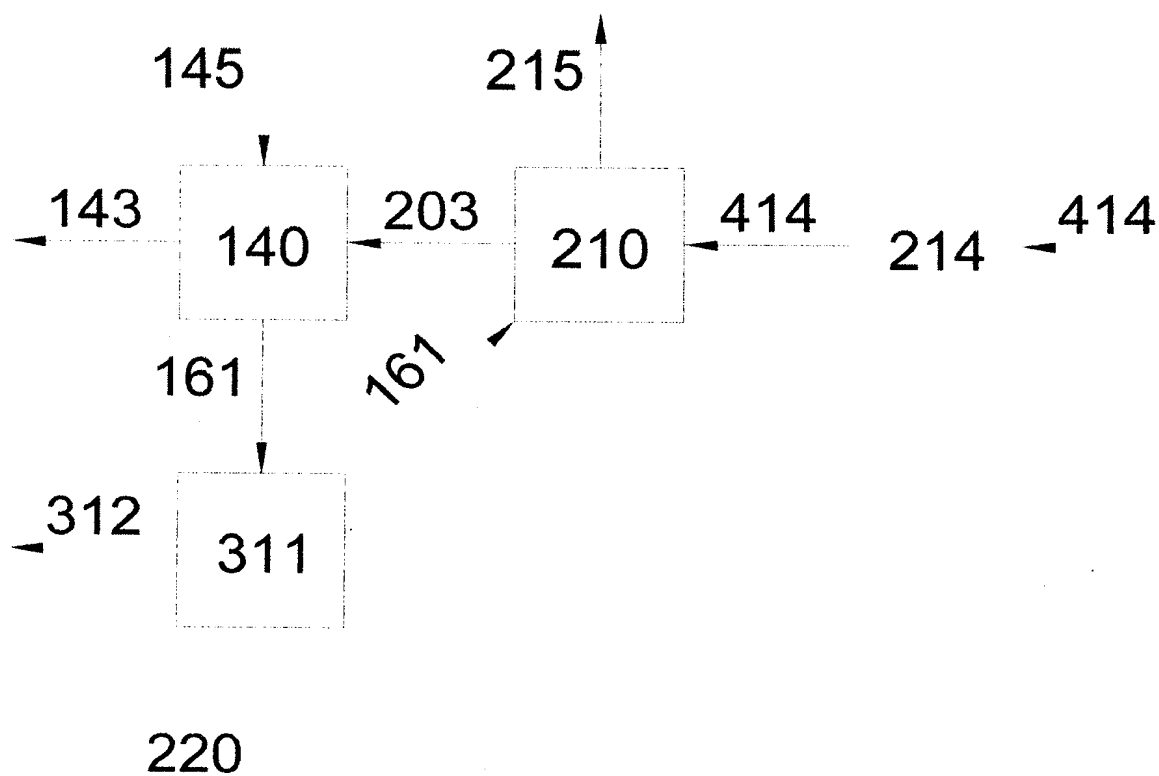
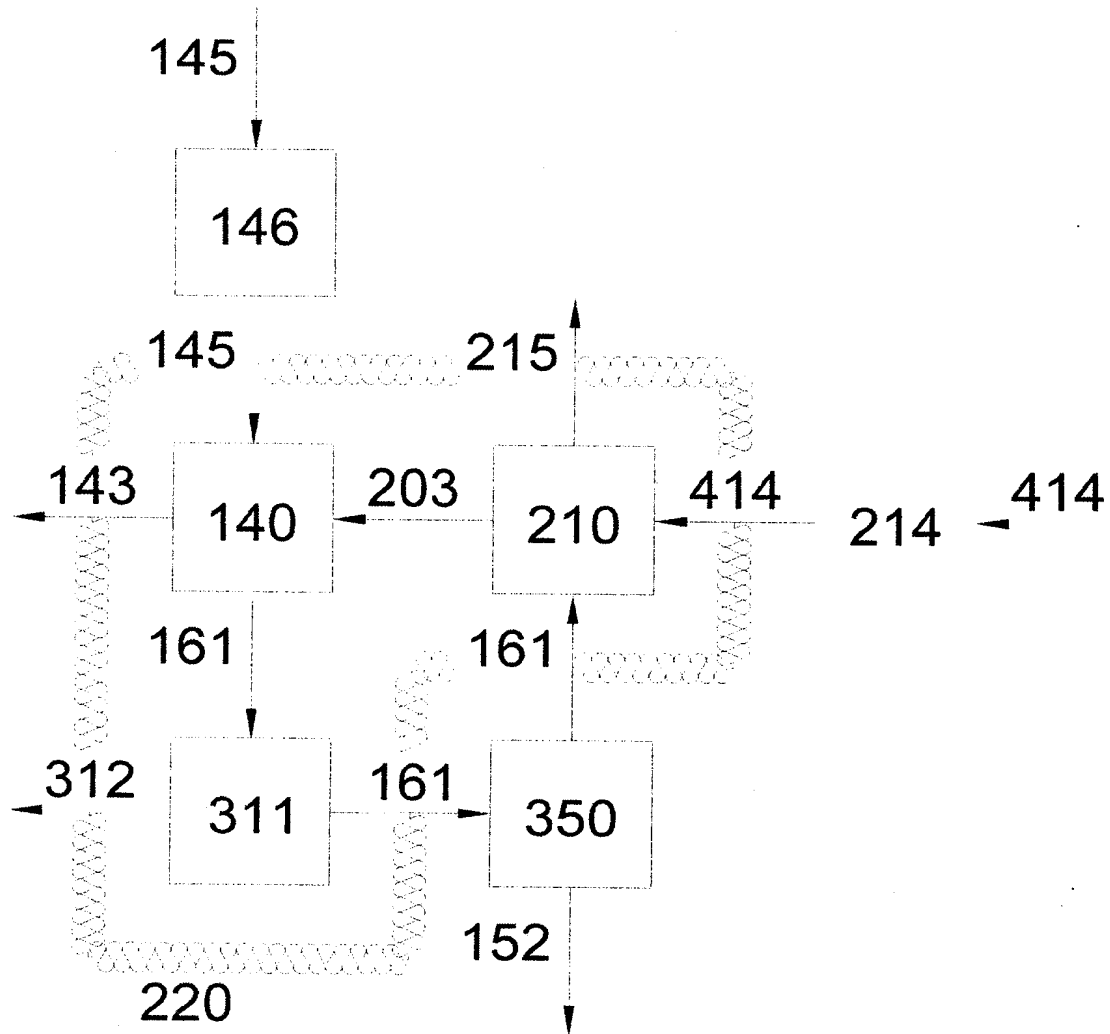
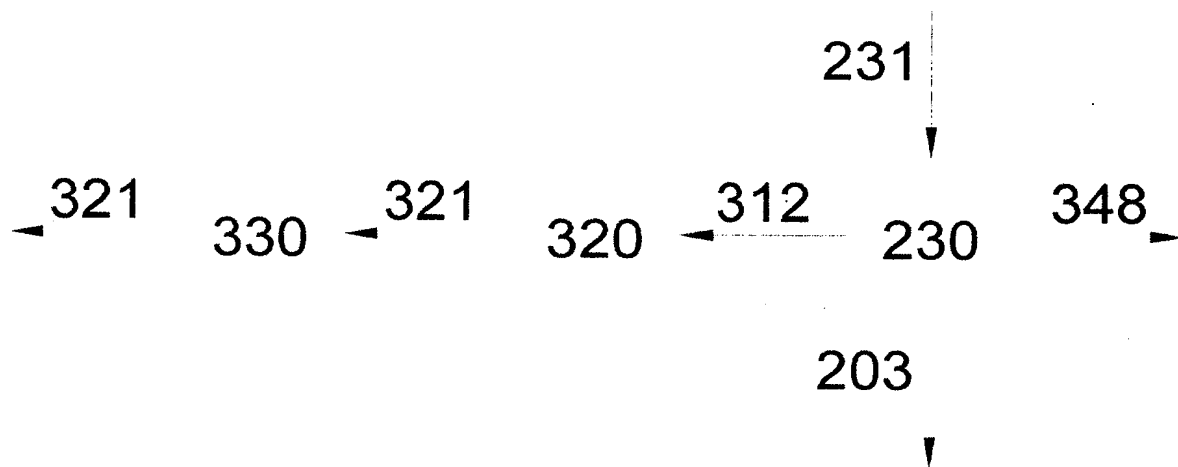


Figura 3C

**Figura 3D**

**Figura 3E**

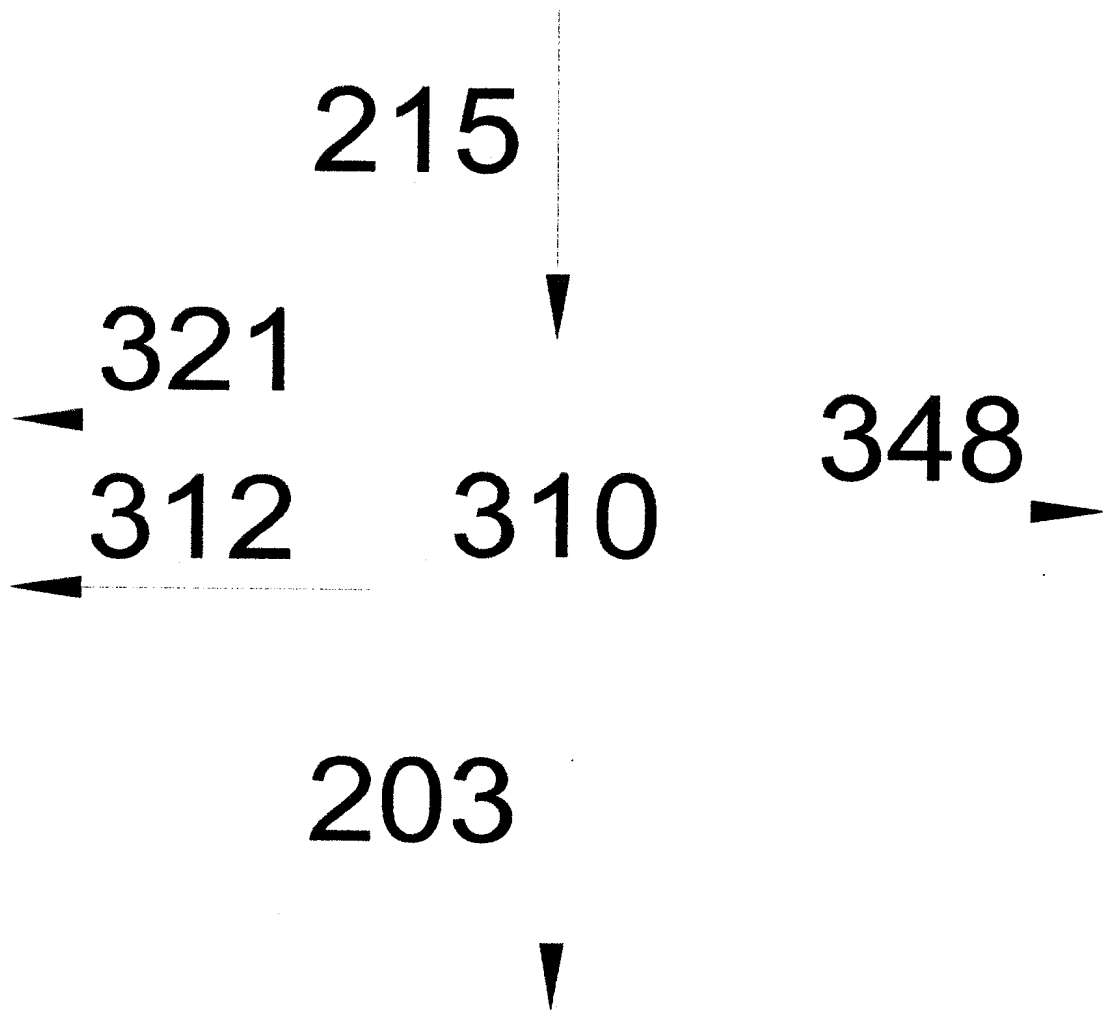
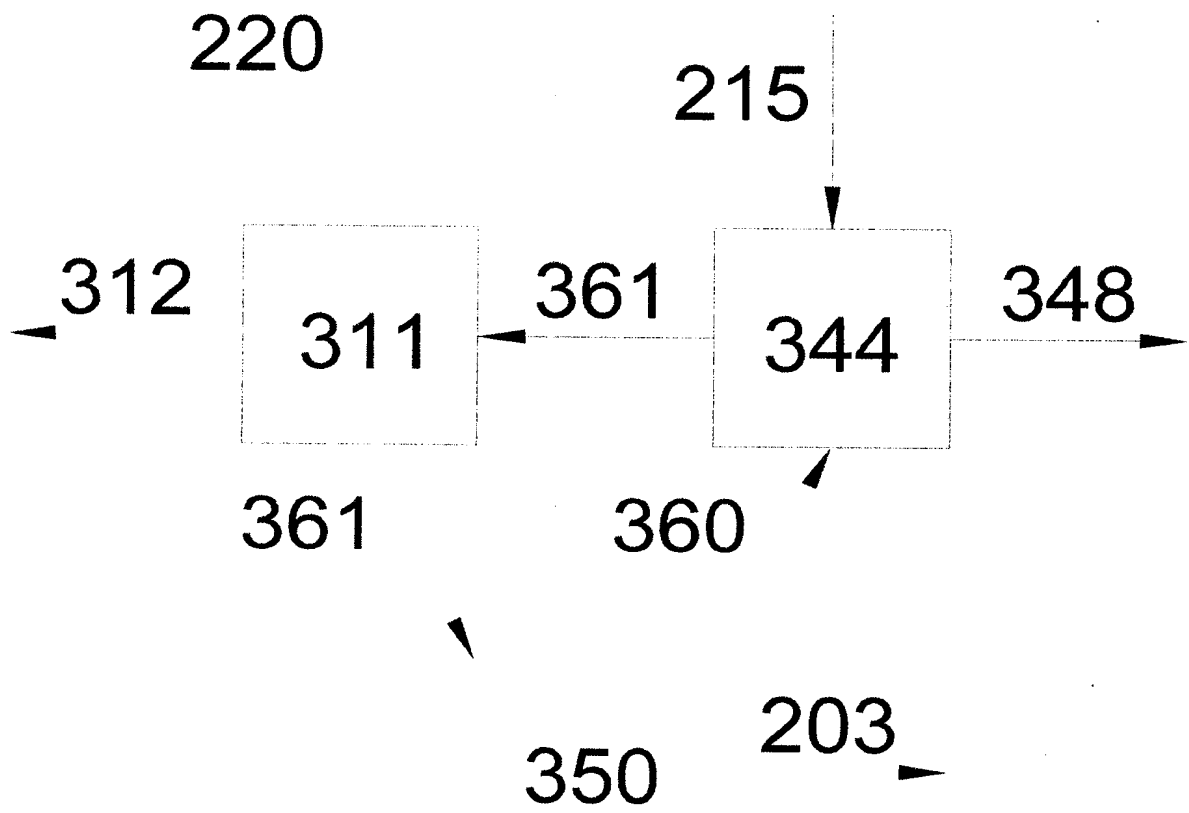
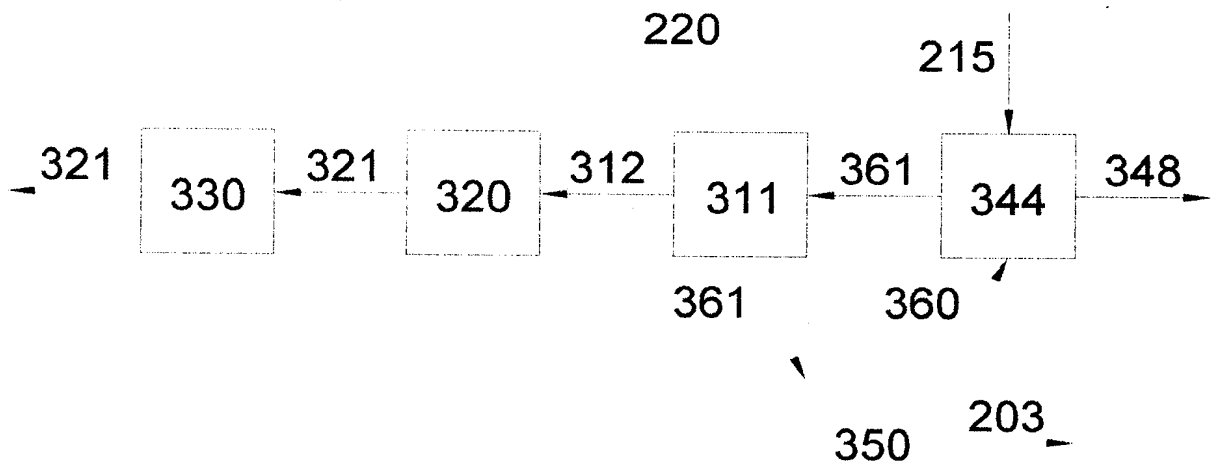
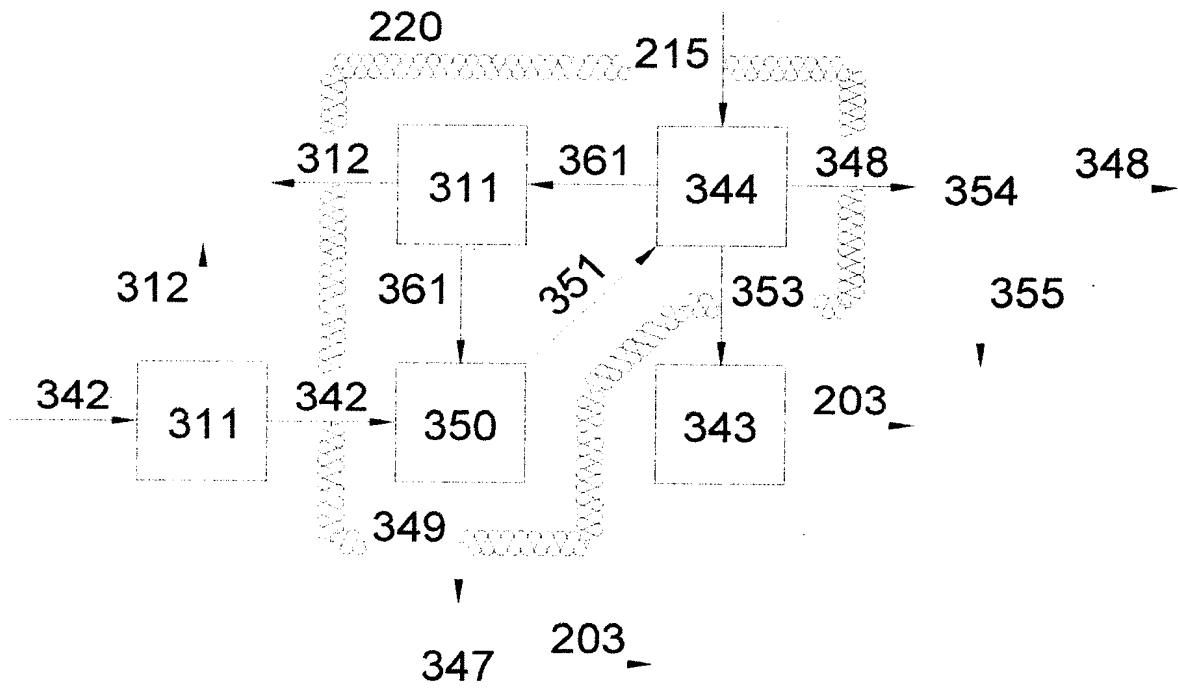
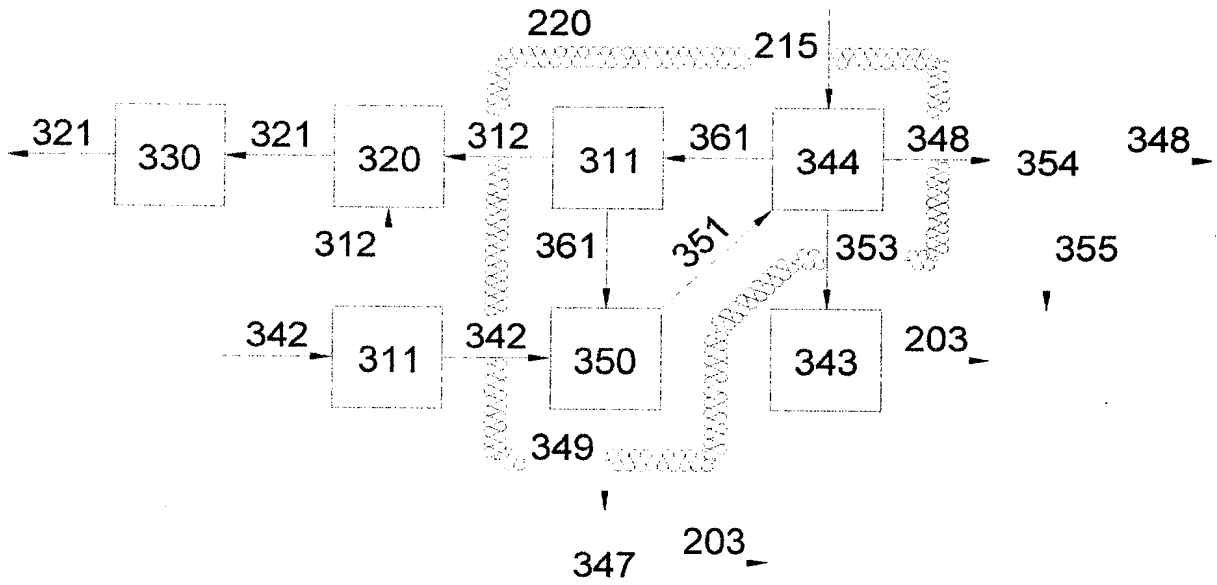


Figura 4A

**Figura 4B**

**Figura 4C**

**Figura 4D**

**Figura 4E**

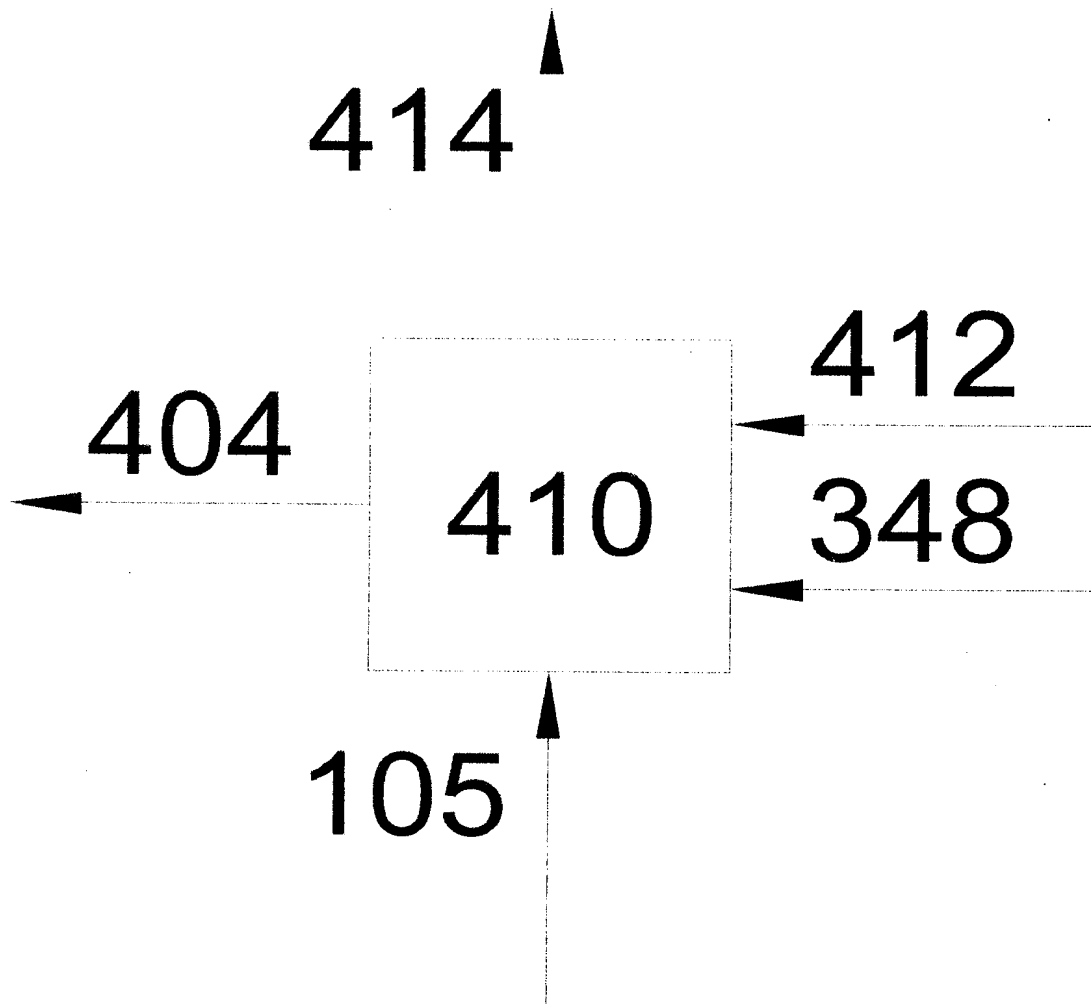
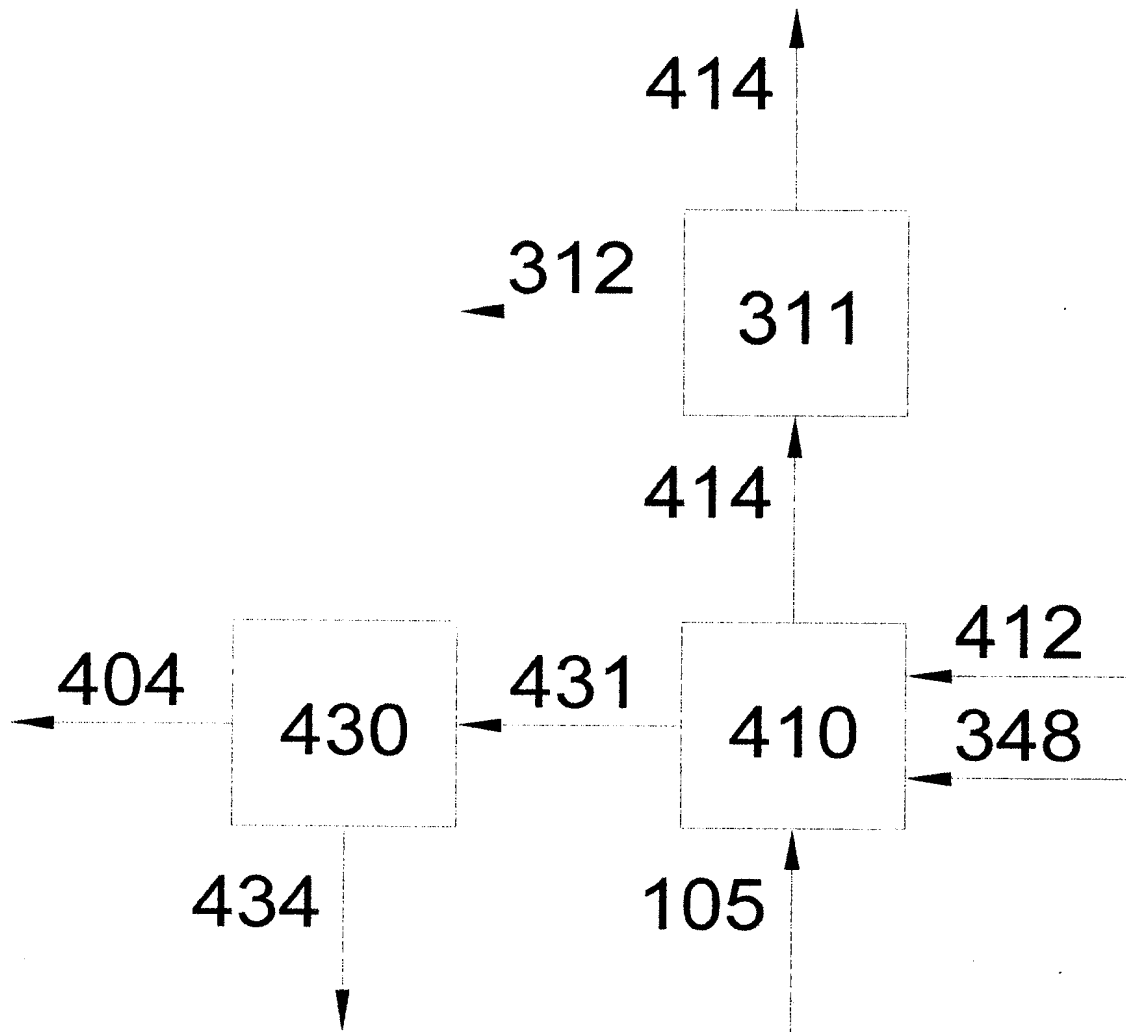


Figura 5A

**Figura 5B**

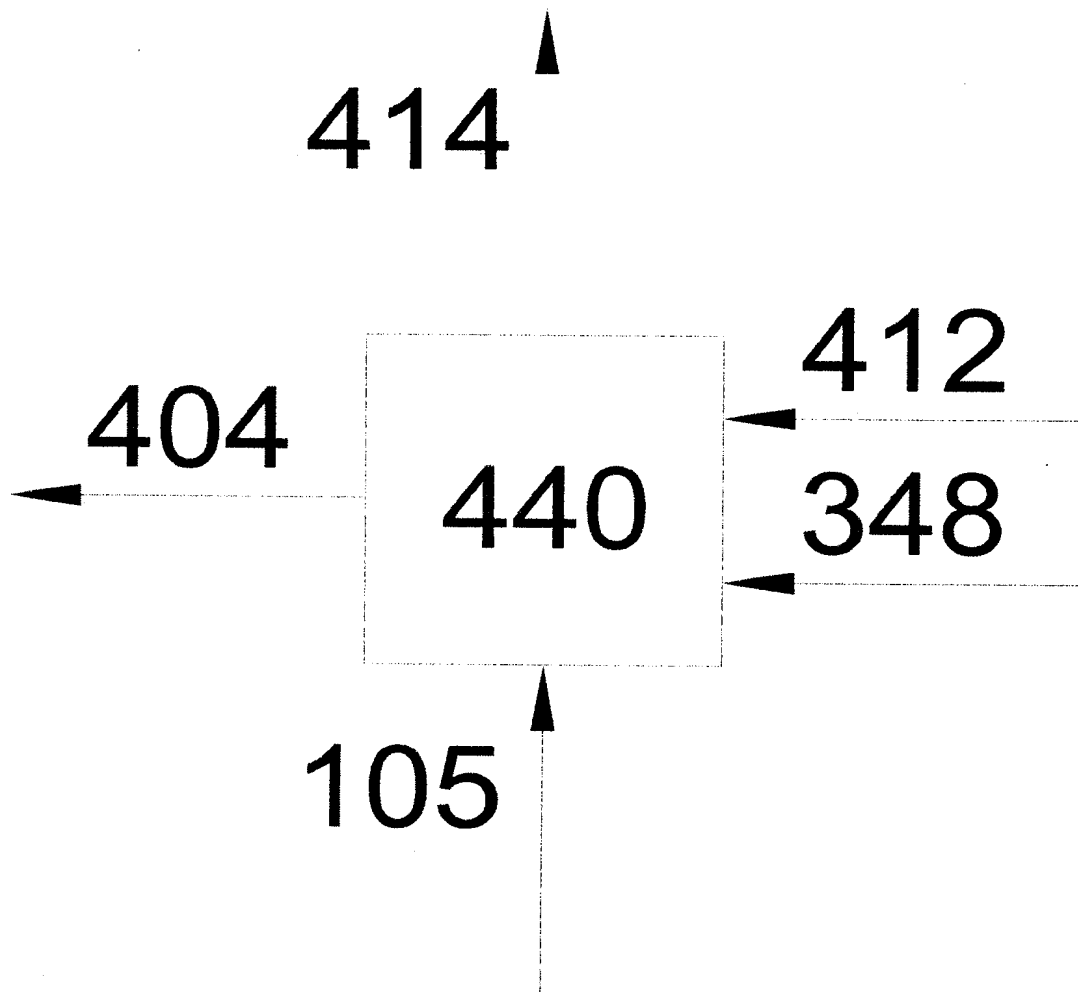


Figura 5C

RESUMO

SISTEMA INTEGRADO PARA RECICLAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA

É descrito um sistema integrado para reciclagem de matéria orgânica que reproduz o ciclo natural do carbono e provê a produção de benefícios e/ou subprodutos a cada estágio do sistema, com a reciclagem dos resíduos gerados das unidades anteriores do sistema, dito sistema que compreende uma unidade de decomposição da matéria orgânica (100) dotada de um digestor anaeróbico (110) com uma cultura de bactérias acidogênicas e acetogênicas e microorganismos metanogênicos para produção de biogás (114) e digestato (115), uma unidade de combustão (200) que apresenta uma câmara de combustão (210), uma unidade de resfriamento (300) que compreende um equipamento térmico (310) com fonte de calor (203) composta pelo gás de exaustão aquecido (215) recebido da unidade de combustão (200) e fonte fria composta por substância refrigerante (304), e uma unidade de síntese (400) que compreende um fotobioreator (410) ou qualquer outro meio natural de fotossíntese para a produção de oxigênio (414), biomassa (404) e hidrocarbonetos (434).