



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

(21) BR 102013014793-1 A2

(22) Data do Depósito: 13/06/2013

(43) Data da Publicação: 22/09/2015

(RPI 2333)



(54) Título: SENSOR PORTÁTIL
MULTIBANDAS PARA A DETECÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DE
FRUTAS

(51) Int. Cl.: G01N 33/02; G01N 21/25

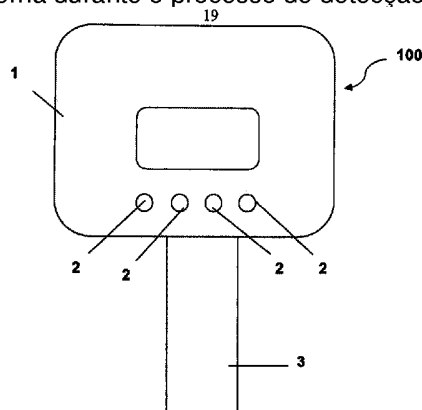
(30) Prioridade Unionista: 15/06/2012 MY
PI2012002702

(73) Titular(es): UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

(72) Inventor(es): ABDUL RASHID BIN
MOHAMED SHARIFF, OSAMA MOHAMMED
BEN SAEED, REZA EHSANI, MOHD. DIN BIN
AMIRUDDIN, JOE MARI MAJA

(74) Procurador(es): WALTER DE ALMEIDA
MARTINS

(57) Resumo: SENSOR PORTÁTIL
MULTIBANDAS PARA A DETECÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DE
FRUTAS. Sensor portátil multibandas para a
detecção e classificação de maturação de frutos
que compreende: pelo menos um iluminador;
pelo menos um fotodetector que compreende
um microprocessador; uma placa de circuito
ligada ao fotodetector; urna montagem de
visualização de saída para exibir a saída;
caracterizado por: o iluminador transmitir um
mínimo de quatro comprimentos de onda de luz
em que os comprimentos de onda de luz são
selecionados a partir do grupo que compreende
405 nm, 510nm a 560nm, 620nm a 680nm,
710nm a 780nm e 840nm para 940nm, ou
qualquer combinação dos mesmos; o
fotodetector ter um mínimo duas faixas de
comprimentos de onda de 300nm a 800nm e de
800nm a 1800nm; o microprocessador ler a
tensão do fotodetector para classificar a saída; e
uma máscara para eliminar fonte luminosa
externa durante o processo de detecção.



SENSOR PORTÁTIL MULTIBANDAS PARA A DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
DA MATURIDADE DE FRUTAS

Fundamentos da Invenção

Campo da Invenção

5 A presente invenção está relacionada a um sensor portátil multibandas para detecção e classificação do amadurecimento de frutas, e mais particularmente a um sensor portátil para detecção e classificação de cachos de frutos produtores do óleo de palma (para alguns, óleo de
10 dendê) utilizando oito bandas espectrais.

Descrição da Técnica Relacionada

A classificação da maturidade de cachos de frutos frescos produtores do óleo de palma é um fator crítico que determina a qualidade do óleo de palma produzido. O óleo de
15 palma é o óleo vegetal mais consumido no mundo, entre todos os óleos vegetais, representando cerca de 33% da produção total de óleo vegetal (2011/2012 análise, USDA Foreign Agricultural Service). Entre os diferentes países produtores do óleo de palma, a Malásia é o segundo maior
20 produtor de óleo de palma, produzindo até 18.400 mil toneladas, com uma exportação de cerca de 86% (análise 2011/2012, USDA Foreign Agricultural Service).

A indústria de óleo de palma contribui significativamente para a economia da Malásia, que tem mais
25 de dois terços de suas terras agrícolas sob plantação de

árvores de óleo de palma. Há uma demanda constante para a produção do óleo de palma de alta qualidade com menores custos de produção. O amadurecimento ou a maturidade dos frutos de produção de óleo de palma determina a qualidade do óleo de palma produzido e comercialização em geral. Um dos desafios no processamento dos frutos durante a produção do óleo é a classificação dos cachos dos frutos de produção do dendê quanto à sua maturidade. O método convencional envolve a detecção manual da maturidade dos frutos de produção do óleo de palma ou a contagem da quantidade de frutos perdidos por cacho. A triagem manual de cachos de frutos novos de produção do óleo de palma é um processo demorado e trabalhoso, resultando em desvios e erros humanos, o que influencia drasticamente a rentabilidade dos produtores. Portanto, existe uma necessidade de uma técnica de detecção confiável, rápida e precisa para a detecção da maturidade dos cachos de frutos novos de produção do óleo de palma.

Com base nas normas estabelecidas pela Malaysian Palm Oil Board (MPOB), os cachos de frutos novos de produção do óleo de palma podem ser classificados em três categorias principais: "verdes", com 1 a 9 frutos soltos do cacho, "maduros", com 10-50% de frutos soltos do cacho, e "passados", com 50-90% de frutos soltos do cacho.

Sensores ópticos têm sido utilizados para a detecção da qualidade dos frutos em várias hortícolas.

Algumas das técnicas utilizadas incluem a espectroscopia de refletância de infravermelho próximo, análise da imagem e de contagem espectroscopia laser de contagem fotônica. As mudanças de cor decorrentes de reações bioquímicas na
5 textura dos frutos podem estar relacionadas com a maturação dos frutos. Além disso, pigmentos nos frutos do óleo de dendê, tais como carotenoides, clorofilas e suas relações influenciam a cor do fruto do óleo de palma. Por exemplo, frutos ainda verdes possuem uma proporção maior de
10 clorofila que gradualmente diminui quando do amadurecimento. Da mesma forma, os carotenóides aumentam à medida que os frutos de produção de óleo de palma amadurecem. Essa cor e as alterações bioquímicas podem ser observadas utilizando o espectro de refletância do fruto.
15 Alguns dos sistemas de sensores que foram investigados para classificação dos cachos de frutos com base na visualização por instrumentos são câmeras ópticas do tipo Red Green Blue (RGB), câmeras de imagens hiperespectrais, imagens por ressonância magnética e sensores de ressonância magnética
20 nuclear de massa. Estas técnicas têm ilustrado o potencial do uso de sensores ópticos na detecção da maturidade dos cachos de frutos novos de produção de óleo de palma.

Entretanto, a maioria desses estudos foi conduzida em condições de laboratório. Uma técnica precisa e simples
25 de detecção da maturidade dos cachos dos frutos novos de produção de óleo de palma, aplicada em campo, pode trazer

inúmeros benefícios. Por exemplo, (i) a detecção de cachos de frutos novos verdes pode prevenir sua remoção, permitindo assim que o cacho amadureça na árvore, (ii) a detecção rápida permitirá economia de tempo e dinheiro durante o processamento, e (iii) o desnecessário transporte de cachos de frutos novos de produção de óleo de palma verdes ou passados pode ser evitada. Portanto, existe uma necessidade de fornecer um sistema sensor adequado para aplicação em campo e operação na unidade de produção para ser usado na detecção do amadurecimento do cacho do fruto de produção do óleo de palma.

A Patente norte americana U.S. No. 7081611B2 divulga um equipamento para seletivamente discriminar vegetação ou matéria vegetal compreendendo um meio emissor de luz, um meio de detecção de luz e um meio de detecção da distância. O meio emissor de luz gera um feixe de luz que pode ser direcionado por sobre as plantas ou matéria vegetal que se movimenta relativamente ao equipamento. O meio de detecção de luz detecta a luz transmitida proveniente do referido meio emissor de luz e refletida pelas plantas ou pela matéria vegetal, e gera um sinal de reflexão em resposta à detecção da luz refletida. O meio de detecção da distância detecta a distância relativa percorrida e gera um sinal de distância. Um meio de processamento está ligado operacionalmente ao meio de detecção e ao meio de detecção da distância para combinar o

sinal de reflexão e o sinal de distância para discriminar diferentes tipos de plantas ou de matéria vegetal. Todavia, a patente mencionada não tem foco na detecção da maturidade do fruto quanto ao cacho de frutos de produção de óleo de
5 palma para classificar de forma precisa o nível de maturidade do fruto quanto a verdes, maduros e passados.

A Patente norte americana U.S. No. 7911616B2 divulga um método de detecção da condição de um relvado. De acordo com um aspecto da invenção, o método compreende as
10 etapas de colocação de um sensor ativo a um cortador de relva, atravessar uma seção do relvado e processar a saída do sensor. Um dispositivo para detectar o estado do relvado é também descrito. O dispositivo compreende uma matriz de dispositivos de iluminação que geram um padrão de luz
15 iluminante, um dispositivo de detecção recebe um padrão de luz refletida que é coincidente com o padrão de luz iluminante, um dispositivo de detecção adaptado para detectar a luz dispersa proveniente do arranjo de dispositivos iluminantes e um circuito de avaliação de
20 resposta que controla a matriz de dispositivos iluminantes. A mencionada patente revela uma técnica para medir e criar um sinal proporcional à emissão de luz, tal como detectar diretamente a quantidade de luz que está direcionada no alvo. Ela ainda divulgado na mencionada patente o
25 posicionamento de um diodo tal que Le intercepta uma porco da luz iluminante, coleta a luz desviada pelo uso de um

tubo de luz, ou detecta um ou mais parâmetros elétricos, tais como corrente elétrica que está acionando os LEDs de iluminação, que é proporcional à intensidade radiante de ambos a corrente e a temperatura a fim de controlar a
5 emissão de luz a uma intensidade conhecida. Todavia, a citada patente não aponta para a detecção da maturidade do fruto do cacho do fruto de produção de óleo de palma de modo a classificar de forma precisa o nível de maturidade do fruto em verde, maduro e passado.

10 A Patente norte americana U.S. No. 6847447B2 divulga uma utilização do espectro de 250 nm a 1150nm (espectro de infravermelho próximo e visível combinados) para a medição da previsão de um ou mais parâmetros e um equipamento e um método de detecção da luz emitida pelas
15 amostras expostas ao espectro acima em pelo menos uma faixa do espectro. A patente citada também divulga uma amostra de fruta incluindo maçãs iluminadas e o espectro da luz absorvida e dispersa da amostra, detectada e medida. Os algoritmos de predição, calibração e classificação são
20 determinados quanto à categoria da amostra permitindo a correlação entre o espectro da luz absorvida e dispersa e as características da amostra; por exemplo, qualidade da fruta e características de maturidade. No entanto, o método divulgado na patente citada requer equipamentos de
25 laboratório para a determinação das características e não se concentra na detecção da maturidade do fruto quanto a

cachos de frutos de produção de óleo de palma de modo a precisamente classificar os níveis de maturidade na forma de maduros, verdes e passados.

Por conseguinte, pode ser visto nas técnicas já
5 existentes que existe uma necessidade de prover um sensor portátil multibandas para detectar e classificar com precisão a maturidade de frutos para determinar o momento ideal de colheita dos cachos de frutos novos de produção do óleo de palma.

10 Sumário da Invenção

É um objetivo da presente invenção fornecer um sensor portátil multibandas para detecção da maturidade e classificação de frutos para cachos de frutos novos de produção do óleo de palma.

15 É também um objetivo da presente invenção proporcionar um sensor portátil multibandas para classificação com precisão, adequado para aplicação em campo e operação na unidade de produção.

Ainda outro objetivo da presente invenção é o de
20 fornecer um sensor portátil multibandas para detecção da maturidade e classificação de cachos de frutos novos de produção de óleo de palma possuindo comprimento de onda selecionado a partir de um grupo consistindo de 405 nm, 510nm-560nm, 620nm-680nm, 710nm-780nm e 840nm-940nm.

25 Por conseguinte, esses objetivos podem ser alcançados seguindo os ensinamentos da presente invenção. A

presente invenção refere-se a um sensor portátil multibandas para a detecção e classificação de maturação de frutos que compreende: pelo menos um iluminador; pelo menos um fotodetector que compreende um microprocessador; uma
5 placa de circuito ligada ao fotodetector; uma montagem de visualização de saída para exibir a saída; caracterizado por: o iluminador transmitir um mínimo de quatro comprimentos de onda de luz em que os comprimentos de onda de luz são seleccionados a partir do grupo que compreende
10 405 nm, 510nm a 560nm, 620nm a 680nm, 710nm a 780nm e 840nm para 940nm, ou qualquer combinação dos mesmos; o fotodetector ter um mínimo duas faixas de comprimentos de onda de 300nm a 800nm e de 800nm a 1800nm; o microprocessador ler a tensão do fotodetector para
15 classificar a saída; e uma máscara para eliminar fonte luminosa externa durante o processo de detecção.

Breve Descrição dos Desenhos

As características da invenção serão mais facilmente compreendidas e apreciadas a partir da descrição
20 detalhada apresentada a seguir, quando lida em conjunto com os desenhos anexos da modalidade preferida da presente invenção em que:

A Figura 1 que mostra uma vista frontal de uma modalidade preferida de um sensor portátil multibandas para
25 detecção e classificação da maturidade de frutas;

A Figura 2 mostra uma vista lateral da modalidade

preferida do sensor portátil multibandas para detecção e
classificação da maturidade de frutas;

A Figura 3 mostra uma vista de fundo da modalidade
preferida do sensor portátil multibandas para detecção e
5 classificação da maturidade de frutas;

A Figura 4 mostra um exemplo de um diagrama do
circuito elétrico do sensor portátil multibanda.

Descrição Detalhada da Invenção

Modalidades detalhadas da presente invenção são
10 aqui reveladas; todavia, é para ser entendido que as
modalidades descritas são meramente exemplificativas da
invenção, a qual pode ser materializada em várias formas.
Portanto, os detalhes específicos estruturais e funcionais
aqui descritos não são para ser interpretados como
15 limitativos, mas meramente como uma base para
reivindicações. Deve ser entendido que os desenhos e
descrição detalhada dos mesmos não se destinam a limitar a
invenção à forma particular descrita, mas, pelo contrário,
a invenção é pretendida a abranger todas as modificações,
20 equivalentes e alternativas que se insiram no âmbito da
presente invenção, tal como definido pelas reivindicações
anexas. Tal como utilizado ao longo deste pedido, o termo
"pode" é usado num sentido permissivo (isto é, significa
que tem o potencial para), em vez de no sentido mandatório
25 (ou seja, o significado de deve). Da mesma forma, as
palavras "incluem", "incluindo" e "inclui" significa

incluindo, mas não limitado a. Além disso, as palavras "a" ou "um" significam "pelo menos um" e a palavra "pluralidade" significa um ou mais, salvo indicação em contrário. Onde são utilizadas as abreviaturas de termos técnicos, estes indicam os significados comumente aceitos como é conhecido no campo técnico. A presente invenção será agora descrita com referência às Figuras 1 a 4.

A presente invenção refere-se a um sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação da maturidade de frutos compreendendo:

pelo menos um iluminador para transmitir um feixe de luz visível e do infravermelho próximo para cada banda do sensor portátil multibandas (100) para o fruto;

pelo menos um fotodetector possuindo pelo menos uma faixa de comprimento de onda para detectar a refletância da luz proveniente do fruto;

uma placa de circuito ligada ao fotodetector que compreende um microprocessador, um controlador e um circuito acionador como fonte de corrente;

uma montagem de visualização de saída para exibir a saída conectada à placa de circuito compreendendo um painel e uma pluralidade de indicadores luminosos;

caracterizado por:

o iluminador transmitir um mínimo de quatro comprimentos de onda de luz, em que os comprimentos de onda de luz são selecionados a partir do grupo que compreende

405 nm, de 510nm a 560nm, de 620nm a 680nm, de 710nm a 780nm e de 840nm para 940nm, ou qualquer combinação destes;

o fotodetector tem um mínimo de duas faixas de comprimento de onda de 300nm a 800nm e de 800nm a 1800nm;

5 o microprocessador lê a tensão do fotodetector para classificar nas categorias de verde, maduro e passado, com base nas tensões recebidas provenientes do fotodetector; e uma máscara para eliminar fonte de luz externa durante o processo de detecção.

10 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o iluminador é um iluminador de base Diodo Emissor de Luz (LED).

15 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o fotodetector é fotodiodo.

20 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o fotodetector possui um amplificador para medir a corrente e realizar a conversão da voltagem.

25 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, a placa de circuito é uma placa de circuito impresso.

Numa modalidade preferida do sensor portátil

multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, a placa de circuito está ligada a um computador pessoal para adicionalmente transmitir a saída para armazenamento ou aquisição de dados.

5 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o microprocessador classifica a saída diretamente a partir das voltagens recebidas do fotodetector ou pela utilização de um algoritmo de
10 classificação.

 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o algoritmo de classificação é um classificador de distância Mahalanobis.

15 Numa modalidade preferida do sensor portátil multibandas (100) para a detecção e classificação do amadurecimento de frutas, o sensor portátil multibandas (100) é usado numa aplicação de campo ou em operação na unidade de produção industrial.

20 Numa modalidade preferida, o número de comprimentos de onda da luz transmitida pelo iluminador para detectar a maturidade do fruto de cachos de frutos novos de produção do óleo de palma fresca representa o número de banda do sensor portátil multibanda. Numa modalidade, o sensor
25 portátil multibandas (100) é um sensor de oito bandas compreendendo oito comprimentos de onda luminosa

consistindo de 405nm, 521nm, 535nm, 635nm, 735nm, 750 nm, 780 nm e 940 nm. Em outra modalidade, a Tabela 1 mostra os comprimentos de onda preferenciais da luz para o sensor de oito bandas para detecção e classificação da maturidade de

5 frutos para produção de óleo de palma.

Tabela 1: Comprimentos de onda preferidos para o sensor de oito bandas

Banda	Região	Comprimento de onda	Vantagem	Motivos
1	Infraver melho próximo	940 nm	Região não visível	Na faixa de 900-1000 nm, ocorrências mais frequentes foram 950 e 980 nm. Na comparação entre 950 nm e 980 nm, embora similares, a 950 nm teve uma variação menor dentro de cada categoria. Por esse motivo 950 nm foi selecionado
2	Infraver melho próximo	780 nm	Região não visível	Na faixa de 800-900 nm, ocorrendo mais frequentemente. Também essa banda foi recomendada por Malasya group com base nas suas análises
3	Infraver melho próximo	750 nm	Região não visível	Seleção das características a partir dos dados médios: análise passo a passo do discriminante, análise passo a passo da regressão. Foi descoberto que

				780 foi similar a 810 nm. Uma das duas seleções pode ser a mesma. Essa será uma das bandas mais importantes
4	Limite do vermelho	735 nm	Região sensível	Em meio ao limite do vermelho, a análise do diagrama de caixa indicou uma boa diferença entre as bandas
5	Vermelho/limite do vermelho	635 nm	Região muito sensível. Região boa para a identificação de frutos maduros	Banda mais frequentemente selecionada dentre todas as bandas. Essa será uma das bandas mais importantes
6	Verde	535 nm	Boa região para identificação de frutos verdes	Apresentou variação um pouco melhor entre as categorias com baixa variabilidade dentro de uma categoria
7	Verde	521 nm	Boa região para identificação de frutos verdes	Essa foi a mais repetidamente selecionada durante a seleção das características 520 nm foi similar a 510 nm.

8	Azul/violeta	405 nm	Boa região para identificação de frutos passados	A análise das bandas na região do violeta-azul indicou que 402, 410, 420, 430, 440 apresentou faixa similar, exceto para 470 nm. A análise do diagrama de caixa indicou que 400 nm ou 410 nm foram melhores que 470 nm. 400 nm foi selecionada por seleção das características mais frequentemente que outras bandas nessa região
---	--------------	--------	--	---

Numa modalidade preferida, a região visível juntamente com a região do infravermelho próximo tem um melhor potencial de detectar a estimativa da maturidade do cacho de frutos novos de produção de óleo de palma que as

 5 bandas visíveis individualmente. Além disso, a região do limite do vermelho de 730nm a 750 nm contribui significativamente para as diferenças no nível de maturidade dos frutos. Portanto, 750 nm foi selecionada como uma das bandas espectrais. Adicionalmente a 750 nm,

 10 870 nm foi selecionada devido à sua representatividade na região do infravermelho próximo que pode ser usada para computar os índices da vegetação. Numa modalidade preferida, a largura espectral da banda é de cerca de 10 nm e a precisão da refletância é de 1%.

15 Referindo à Figura 1, o sensor portátil multibandas

(100) compreende de preferência uma caixa principal (1), uma pluralidade de botões de comando (2) e um suporte (3). Numa modalidade preferida, como mostrado na Figura 1, existem quatro botões de comando (2), incluindo um botão de
5 salvar, um botão de acionar, um botão de teste e um botão de calibração.

Numa modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) compreende dois componentes principais que são um cabeçote óptico para acomodar o iluminador e o
10 fotodetector, ao passo que o outro componente é a caixa principal (1) para acomodar a placa de circuito e a montagem de visualização de saída. Numa modalidade preferida, um iluminador do tipo lentes epóxi montado com sessenta chips diodo de arseniato de gálio alumínio
15 (AlGaAs) de alta eficiência é preferido para o iluminador. O iluminador montado de alta potência de saída é montado sobre uma haste metálica TO-66 com material cerâmico de nitreto de alumínio (AlN) e duplamente revestido com silicone transparente e resina epóxi. Uma frequência de
20 amostragem de 10 Hz com média de tempo é de preferência usada.

Numa modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) tem pelo menos duas placas que compreendem uma placa de sistema de controle e uma placa de
25 LED. Numa modalidade preferida, a placa do sistema de controle é constituída de um controlador principal, uma

placa de distribuição de energia, um conversor DC/DC e um módulo de comunicação. Numa modalidade preferida, o diodo emissor de bordo é composta por todas as bandas do iluminador de LED e o fotodetector. Numa modalidade preferida, a placa de LED está ligada à caixa principal (1) por meio de um suporte de fixação da tampa (4), como mostrado na Figura 2. Numa modalidade preferida, o iluminador de LED é orientado de modo a otimizar a refletância ao fotodetector; portanto, quaisquer alterações em qualquer banda da posição do iluminador de LED irá influenciar grandemente os dados coletados do sistema. A Figura 4 mostra uma modalidade preferida de um diagrama do circuito elétrico do sensor portátil multibanda.

Numa modalidade preferida, o iluminador está ligado à placa de circuito e cada banda do sensor portátil multibandas (100) tem a seu próprio projeto de circuito acionador como fonte de corrente na placa de circuito. Numa modalidade preferida, cada projeto de circuito acionador pode ser calibrado com base nos valores da refletância de luz do fotodetector. Numa modalidade preferida, cada localização de banda na placa de circuito não pode ser intercambiada uma vez que o iluminador usado tem seu próprio resistor específico para manter a corrente máxima com a qual ele pode lidar.

Numa modalidade preferida, cada banda do sensor portátil multibandas (100) não faz uso da modulação a fim

de obter o valor de refletância da luz como os outros sistemas de produtos similares comercialmente disponíveis estão utilizando. Todavia, o fotodetector em lugar de fazer uso da leitura do valor de refletância da luz emitida a

5 partir do fruto de forma independente uma vez que o sensor portátil multibandas (100) fica posicionado diretamente sobre o fruto de produção do óleo de palma durante o processo de detecção e, portanto, irá bloquear qualquer luz externa. Portanto, não é necessária nenhuma modulação. Numa

10 modalidade preferida, o fotodetector lê cada um dos cachos de frutos de produção de óleo de palma, um de cada vez.

Numa modalidade preferida, o fotodetector é um fotodiodo. O fotodiodo de preferência tem um tempo de resposta de 500 ns e um amplificador de alta velocidade que

15 mede a corrente e realiza a conversão de voltagem de acordo com a equação (1):

$$V_o = PR(\lambda)R_L \quad (1)$$

em que, P é a potência da luz incidente, $R(\lambda)$ e R_L é a resistência de carga e V_o é a tensão de saída. Numa

20 modalidade preferida, os valores de refletância da luz de diferentes comprimentos de onda são medidos por dois fotodetectores, que têm uma faixa de comprimentos de onda de 300 nm a 800 nm e de 800 nm a 1800 nm.

Numa outra modalidade preferida, o sensor portátil

25 multibandas (100) pode ser montado com outros dois fotodetectores adicionais para fins de redundância, mas

também funciona utilizando apenas dois fotodetectores. Numa modalidade preferida, a responsividade do fotodetector é uma medida da sensibilidade à luz, e é definida como a relação entre a corrente e a potência da luz incidente a um
5 dado comprimento de onda.

Numa modalidade preferida, o controlador é posicionado sobre a placa de circuito para fornecer o tempo necessário para ler a refletância e também a conversão entre tensão a comprimento de onda. Numa modalidade
10 preferida, o microprocessador lê a tensão convertida pelo amplificador no fotodetector para cada banda do sensor portátil multibandas (100) e os converte em percentual de refletância. Numa modalidade preferida, o microprocessador então classifica a refletância percentual na forma de
15 categorias verde, madura e passada, diretamente a partir do percentual de refletância ou pela utilização de um algoritmo de classificação. O algoritmo de classificação é preferivelmente um classificador de distância Mahalanobis uma vez que esse algoritmo pode fornecer um tempo ideal de
20 colheita para cachos de frutos de produção de óleo de palma.

Numa modalidade preferida, a saída de classificação é mostrada em tempo real ao operador por meio da montagem de visualização de saída. Em uma modalidade preferida, a
25 montagem de visualização de saída é composta por uma tela de cristal líquido (LCD) e um indicador simples de três

lâmpadas de LED que mostra os resultados (isto é, verde para frutos maduros, vermelho para frutos na condição de passados, e azul para frutos ainda verdes). Numa modalidade preferida, o visor LCD pode ser ligado ao controlador para
5 fins de calibração.

Numa modalidade preferida, a placa de circuito está ligada a um computador pessoal para adicionalmente transferir a saída para armazenamento ou aquisição de dados, por exemplo, um assistente pessoal digital portátil
10 (PDA) para aquisição de dados e armazenamento durante um teste de campo. Numa modalidade preferida, a placa de circuito possui dois modos de comunicação ao computador pessoal; isto é, através de conexão cabeada ou sem fio. Numa modalidade, a conexão cabeada faz uso de conexão
15 através de Porta Serial Universal (USB) 2.0 (6). Numa modalidade preferida, quando o sensor portátil multibandas (100) está diretamente ligado ao computador pessoal, tal como um computador portátil, a placa de circuito funciona como um dispositivo serial para transferir todos os dados
20 através de uma porta serial.

Numa outra modalidade, a operação da placa de circuito para conexão sem fios é similar à conexão cabeada exceto que os dados serão agora transferidos sem fios através de preferivelmente um rádio sem fio XBee. Uma vez
25 que a conexão sem fio faz uso de XBee, assim um sistema XBee é preferencialmente conectado ao laptop ou na unidade

de exibição remota e é configurado para receber os dados. Numa modalidade preferida, o sistema de sensor foi alimentado por uma corrente contínua de 12 volts (DC). O fornecimento de energia para o sensor portátil multibandas (100) dever ser preferivelmente de mais de 12V uma vez que o conversor DC/AC do sensor portátil multibandas (100) tem uma necessidade de voltagem mínima de 12V para gerar uma tensão negativa de 5V para uma Amplificador Operacional (Op Amp). O Amp Op não irá funcionar corretamente se a tensão de alimentação for inferior a 12V. A porta para a fonte de alimentação (5) fica preferivelmente na parte inferior do sensor portátil multibandas (100), como mostrado na Figura 3.

Numa outra modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) inclui uma fonte de luz. Assim, o sensor portátil multibandas (100) não exige uma calibração frequente para compensar quanto à mudança da intensidade da luz durante o dia. O benefício adicional de se ter a fonte de Luz é que o sensor portátil multibandas (100) pode ser também usado durante o período noturno. A fonte de luz do sensor portátil multibandas (100) é preferivelmente modulada a 10 KHz.

Numa outra modalidade preferida, a compensação da temperatura e as correções da voltagem de alimentação são também inclusas no sensor portátil multibanda. Os efeitos do desequilíbrio da temperatura e da voltagem de

alimentação são determinados através da medição dos comprimentos de onda da luz proveniente do iluminador e a temperatura e a tensão de alimentação são ajustadas em conformidade. O sensor é preferivelmente projetado em um modo tal que o fotodetector visualiza numa área de 10cm X 10cm para cada banda das multibandas.

Numa modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) é adequado para aplicação em campo. Numa outra modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) pode ser instalado em uma máquina que tem um sistema de transporte para ser usada em uma instalação de produção industrial a fim de detectar o nível de maturidade de cachos de frutos novos para a produção de óleo de palma.

Numa modalidade preferida, o sensor portátil multibandas (100) detectou a maturação dos cachos de frutos novos para produção de óleo de palma, iluminando o cacho de frutos com os comprimentos de onda de luz selecionada de entre um grupo consistindo de 405nm, 510nm a 560nm, 620nm para 680nm, 710nm a 780nm e 840nm a 940nm ou qualquer combinação destes. Numa modalidade preferida, estas faixas de comprimentos de onda são cruciais para detectar a maturação dos cachos de frutos novos para produção de óleo de palma. Cada banda é preferencialmente disparada a partir da banda menor para a banda maior. O cacho de frutos iluminado reflete então todos os comprimentos de onda transmitidos com cada comprimento de onda refletido tendo

diferentes porcentagens do valor da refletância dependendo do nível de maturação dos cachos de frutos de diferentes níveis de maturidade uma vez que cachos de frutos de diferentes níveis de maturidade absorvem e refletem diferentes comprimentos de onda de luz. O comprimento de onda possuindo a maior porcentagem de valor de refletância indica o nível de maturidade do cacho de frutos novos de produção de óleo de palma.

Em uma modalidade preferida, o microprocessador aciona o iluminador para cada banda uma por vez e lê o valor da voltagem associada com as luzes refletidas provenientes do cacho de frutos de produção de óleo de palma sobre o detector e em seguida desliga o iluminador e liga a próxima banda até que termine com todas as bandas durante o processo de leitura. O microprocessador então armazena a média de cada leitura a uma variável diferente antes de calcular a relação da leitura com base em cada uma das bandas uma vez todas as leituras das bandas sejam coletadas. A relação computada é então enviada através de uma porta serial do controlador que pode ser configurado para ser sem fio ou USB (6). Os dados são transmitidos desde a menor das bandas até a maior das bandas. Numa modalidade preferida, o fotodetector então mede a corrente proveniente da leitura e realiza a conversão da voltagem. Esse amplificador preferivelmente fornece redução de ruído usando um circuito R-C simples e também amplificação na

corrente medida que é normalmente muito pequena.

A estimativa do nível de maturidade dos cachos de frutos novos de produção de óleo de palma é importante para obter informações quanto à tomada de decisão que determina a comercialização e lucro de frutos de produção de óleo de palma produzidos pelos agricultores. O teor do óleo não irá aumentar ou desenvolver dentro do fruto de produção de óleo de palma uma vez ele seja cortado da palmeira produtora de óleo. Adicionalmente ao seu efeito na qualidade do óleo de palma tal como o teor de ácidos graxos, a maturidade dos frutos tem impacto na taxa de extração do óleo. Assim, o sensor portátil multibandas (100) aqui descrito pode ser potencialmente aplicável na predição do nível de amadurecimento de frutos antes da colheita, o que pode economizar muito esforço e pode tornar mais econômica a agricultura de produção de óleo de palma.

Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência às modalidades específicas, também mostrado nas Figuras anexas, será evidente para aqueles peritos na arte que muitas variações e modificações podem ser feitas dentro do escopo da invenção, como descrito na especificação e definido nas reivindicações apresentadas a seguir.

Descrição dos numerais de referência usados nos desenhos anexos, de acordo com a presente invenção:

Referências numéricas	Descrição
100	Sensor portátil multibandas
1	Caixa principal
2	Botão de comando
3	Suporte
4	Suporte da tampa
5	Porta de alimentação de energia
6	Porta USB

- REIVINDICAÇÕES -

1. SENSOR PORTÁTIL MULTIBANDAS PARA A DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DE FRUTAS, que compreende:

pelo menos um iluminador para transmitir um feixe
5 de luz visível e do infravermelho próximo de cada banda do sensor portátil multibandas (100) ao fruto;

pelo menos um fotodetector possuindo pelo menos uma faixa de comprimento de onda para detectar a refletância da luz proveniente do fruto;

10 uma chapa de circuito conectada ao fotodetector compreendendo um microprocessador, um controlador e um circuito acionador como fonte de corrente;

uma montagem de visualização de saída para exibir a saída conectada à placa de circuito compreendendo um painel
15 de exibição e uma pluralidade de indicadores luminosos;

caracterizado por:

o iluminador transmitir um mínimo de quatro comprimentos de onda de luz, em que os comprimentos de onda de luz são seleccionados de um grupo consistindo de 405 nm,
20 de 510nm a 560nm, de 620nm a 680nm, de 710nm a 780nm e de 840nm a 940nm, ou qualquer combinação destes;

o fotodetector ter um mínimo de duas faixas de comprimento de onda de 300nm a 800nm e de 800nm a 1800nm;

o microprocessador ler a tensão da saída do
25 fotodetector para classificar a saída em categorias como verdes, maduros e passados com base nas voltagens recebidas

provenientes do fotodetector; e

uma máscara para eliminar a fonte de luz externa durante o processo de detecção.

2. Sensor portátil multibandas (100) para detecção
5 e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o iluminador ser um iluminador do tipo Diodo Emissor de Luz (LED).

3. Sensor portátil multibandas (100) para detecção
e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a
10 reivindicação 1, caracterizado por o fotodetector ser fotodiodo.

4. Sensor portátil multibandas (100) para detecção
e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por o fotodetector possuir
15 um amplificador para medir a corrente e realizar a conversão da voltagem.

5. Sensor portátil multibandas (100) para detecção
e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por a placa de circuito ser
20 uma placa de circuito impresso.

6. Sensor portátil multibandas (100) para detecção
e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por a placa de circuito
estar conectada a um computador pessoal para adicionalmente
25 transmitir a saída para armazenamento ou aquisição de dados.

7. Sensor portátil multibandas (100) para detecção e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o microprocessador classificar a saída diretamente a partir das voltagens
5 recebidas do fotodetector ou pela utilização de um algoritmo de classificação.

8. Sensor portátil multibandas (100) para detecção e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o algoritmo de
10 classificação ser um classificador de distância Mahalanobis.

9. Sensor portátil multibandas (100) para detecção e classificação da maturidade de frutas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sensor portátil
15 multibandas ser adequado para aplicação em campo e operação nas instalações de produção industrial.

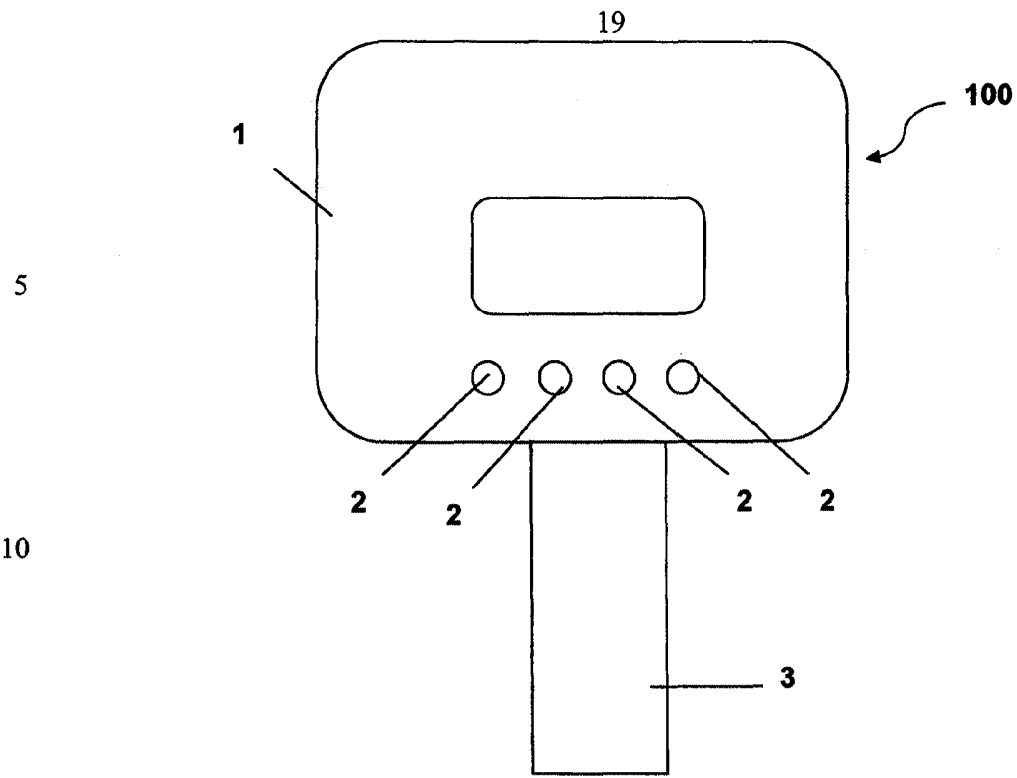


Fig. 1

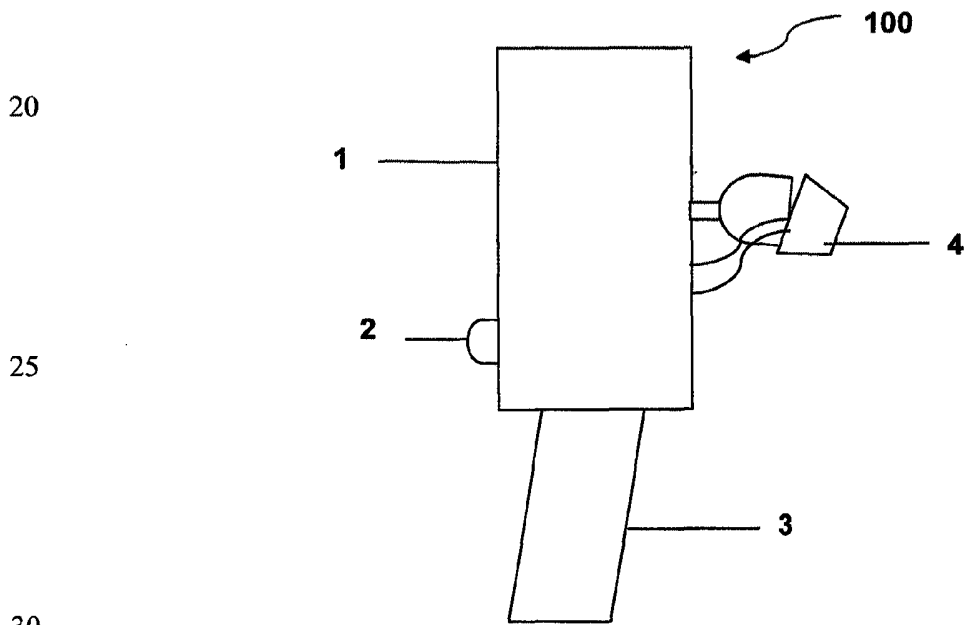
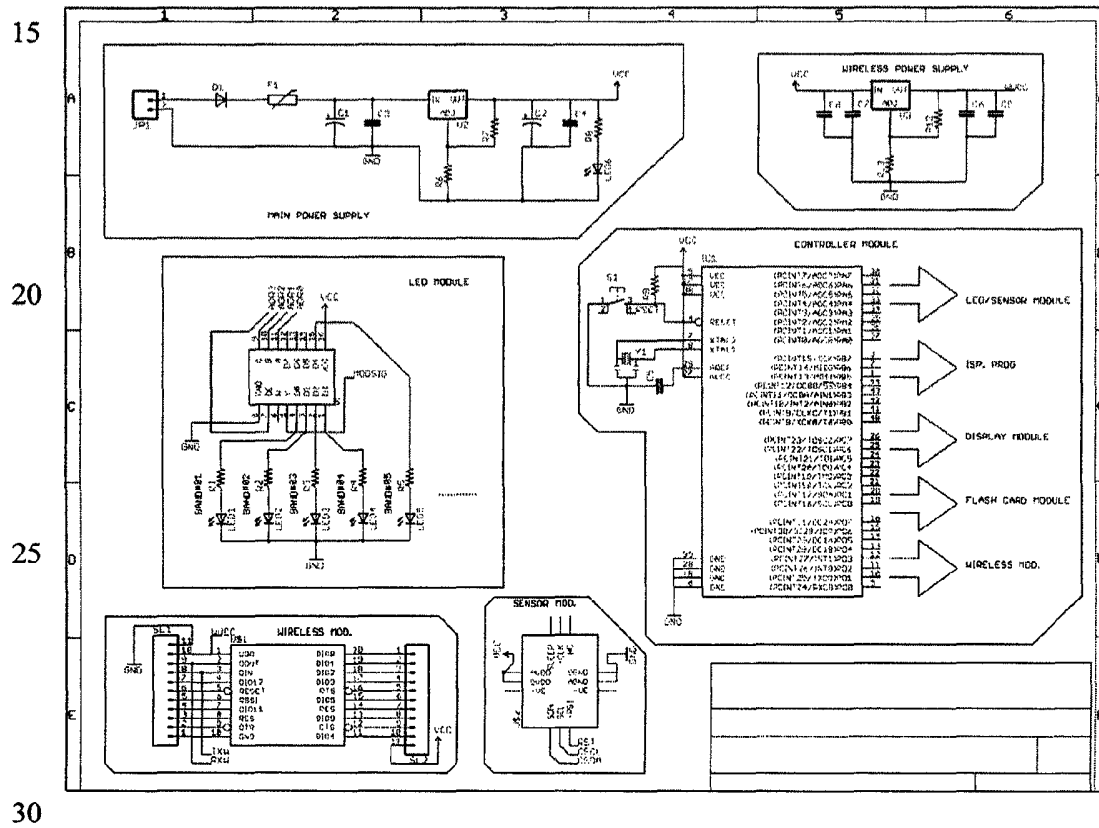
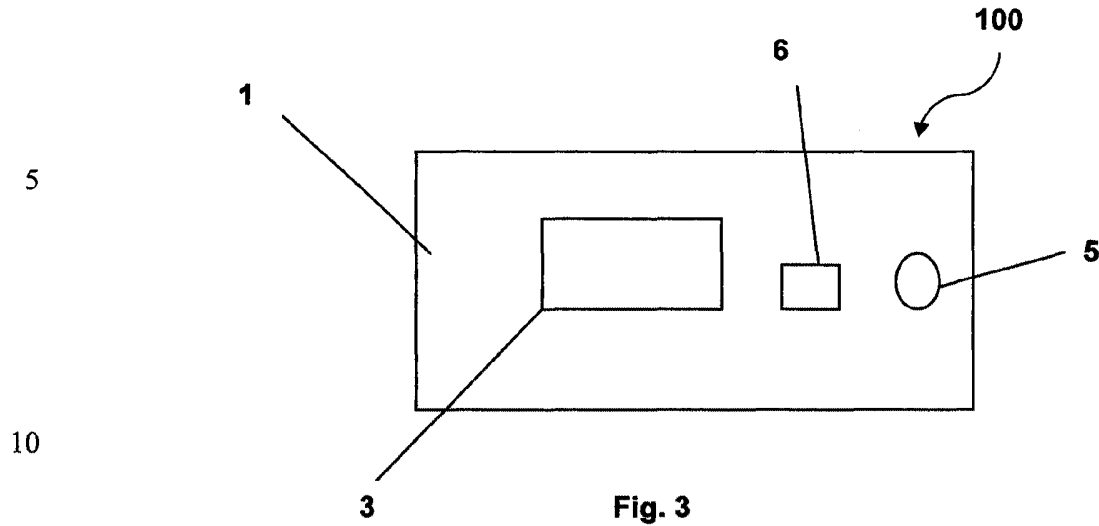


Fig. 2

20



- RESUMO -

SENSOR PORTÁTIL MULTIBANDAS PARA A DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
DA MATURIDADE DE FRUTAS

Sensor portátil multibandas para a detecção e
5 classificação de maturação de frutos que compreende: pelo
menos um iluminador; pelo menos um fotodetector que
compreende um microprocessador; uma placa de circuito
ligada ao fotodetector; uma montagem de visualização de
saída para exibir a saída; caracterizado por: o iluminador
10 transmitir um mínimo de quatro comprimentos de onda de luz
em que os comprimentos de onda de luz são selecionados a
partir do grupo que compreende 405 nm, 510nm a 560nm, 620nm
a 680nm, 710nm a 780nm e 840nm para 940nm, ou qualquer
combinação dos mesmos; o fotodetector ter um mínimo duas
15 faixas de comprimentos de onda de 300nm a 800nm e de 800nm
a 1800nm; o microprocessador ler a tensão do fotodetector
para classificar a saída; e uma máscara para eliminar fonte
luminosa externa durante o processo de detecção.