



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 202012001391-1 U2



* B R 2 0 2 0 1 2 0 0 1 3 9 1 U 2 *

(22) Data do Depósito: 20/01/2012

(43) Data da Publicação Nacional: 22/04/2020

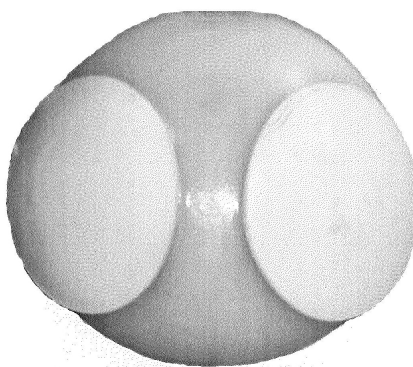
(54) **Título:** DISPOSITIVO ANALISADOR DE IMPACTO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E MÉTODO DE ANÁLISE DE IMPACTO

(51) **Int. Cl.:** G01L 5/16.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** RENAR JOÃO BENDER; RENATO MACHADO DE BRITO; IVAN MULLER.

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO ANALISADOR DE IMPACTO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E MÉTODO DE ANÁLISE DE IMPACTO A presente invenção compreende um dispositivo analisador de impacto capaz de adquirir dados de compressão, nos eixos X, Y e Z, separadamente, através de transdutores piezoelétricos, e podendo ainda realizar esta medida em diversos pontos simultaneamente. A presente invenção em uma realização preferencial também faz a medição de temperatura, umidade e aceleração, além de possuir bateria, memória, transceptor de rádio frequência e saída para porta serial universal, o que possibilita a presente invenção de ser autônoma e a realização da leitura dos dados posteriormente aos testes realizados.



Relatório de Patente de Invenção

DISPOSITIVO ANALISADOR DE IMPACTO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E MÉTODO DE ANÁLISE DE IMPACTO

5 Campo da Invenção

A presente invenção compreende um dispositivo analisador de impacto capaz de adquirir dados de compressão, nos eixos X, Y e Z, separadamente, permitindo o sensoriamento em diversos pontos simultaneamente, através de transdutores piezoelétricos. A presente invenção se situa no campo da
10 engenharia mecânica e elétrica.

Antecedentes

Transdutores são sensores que convertem a energia recebida em um sinal elétrico, por exemplo, transformam informação não elétrica (velocidade,
15 posição, temperatura, pH) em informação elétrica (corrente, tensão, resistência). Os transdutores geralmente são compostos por um elemento sensor e uma parte responsável em converter a energia. Um exemplo de transdutor é elaborado a partir de cristais denominados cristais piezoelétrico.

Cristais piezoelétricos ao receberem uma energia mecânica, na forma de
20 pressão, geram um campo elétrico que pode ser coletado como tensão, na relação 1:1. O efeito piezoelétrico é reversível quando sujeitos a uma voltagem externa.

Os cristais piezoelétricos apresentam algumas desvantagens com relação a transdutores de resistência elétrica (*strain gauges*) tais como
25 variação com a temperatura e não linearidade. Por outro lado, podem ser empregados diretamente sobre a força a ser medida, não necessitando do elemento mola da célula de carga e desta forma, reduzindo a complexidade do dispositivo.

Encontram-se, no atual estado da técnica, diversos tipos de transdutores e instrumentos de medição em aplicações variadas. Porém, uma desvantagem dos instrumentos de medição mais comuns é que eles somente efetuam medições unidirecionais ou quando efetuam em mais de uma direção a medição de uma influencia na outra. Outra desvantagem da maioria dos transdutores atuais é que eles necessitam estar conectados a algum dispositivo para efetuar a leitura dos dados.

O objeto da presente invenção vem resolver estas desvantagens apresentadas por instrumentos de medição convencionais, fornecendo um novo e inventivo dispositivo eletrônico tridimensional, que efetua medições independentes nos eixos X, Y, Z, através de transdutores piezoelétricos, para transmitir os dados à distância e/ou guardar estes dados em sua memória.

No âmbito patentário, alguns documentos discorrem sobre instrumentos de medição, e serão descritos a seguir.

O documento US 4,640,138 descreve um transdutor que prevê seis medições, incluindo axial e momento, nos três eixos principais, com pouca interferência entre as medições. A medida de um eixo não interfere na outra, pois são utilizadas vigas flexíveis, para isolar cada eixo. O transdutor é compreendido por uma célula de carga feita de duas membranas móveis e concêntricas, uma membrana externa e a outra interna, que estão ligadas entre si através de braços radiais. Uma das extremidades dos braços radiais está ligada na viga flexível que suporta forças normais altas, porém sofre flexão quando solicitada por forças em outras direções, proporcionando assim menos interferência entre os eixos. As medidas das tensões são realizadas por extensômetros de resistência elétrica que estão localizados nos braços radiais, e circuitos adequados determinam as forças desejadas e os carregamentos a serem medidos.

A presente invenção difere desse documento pela invenção realizar o sensoriamento em múltiplos pontos simultaneamente e por suas medidas

serem realizadas através de transdutores piezoelétricos, ao invés de vigas flexíveis, onde a leitura da medida de cada eixo é independente.

O documento US 5,889,214 descreve uma célula de carga utilizada para medir forças nos três eixos e seus momentos simultaneamente. A célula de carga compreende uma unidade sensível e um revestimento externo. A unidade sensível possui uma viga, formada por partes horizontais e verticais que se cruzam em determinados ângulos com diversas aberturas binoculares nas duas partes, onde são colocados os extensômetros. Os cantos de junção das vigas possuem aberturas radiais, onde estas aberturas reduzem a interferência do momento fletor para um valor aceitável.

A presente invenção difere desse documento pela invenção compreender não somente uma célula de carga, mas, sim, um dispositivo capaz de realizar o sensoriamento em múltiplos pontos simultaneamente e por serem obtidas medidas através de transdutores piezoelétricos, e não possuir interferência das forças de um eixo no outro.

O documento EP 0 235 534 descreve um aparelho para detectar impacto em mercadorias transportáveis, como por exemplo, frutas. O aparelho realiza medidas, nos três eixos, de acelerações ou outros valores físicos sofridos por itens de fácil dano através de acelerômetros ou outro sensor adequado e que enviam um sinal a ser processado para um microprocessador e, se as medições excedem um valor pré-determinado, estes valores são salvos na memória com o tempo de sua ocorrência. O aparelho compreende uma carcaça, contendo três acelerômetros, um micro computador e uma bateria. O microcomputador compreende meios de memória, um microprocessador e meios de sinal de *clock*. A memória contém um programa de instruções para o microprocessador e memória extra para salvar as medidas coletadas pelos sensores. Após a realização das medidas, estas podem ser vistas através de um dispositivo externo.

A presente invenção difere desse documento pela invenção compreender um dispositivo estruturado de forma que seja possível medir a

compressão em diversos pontos simultaneamente, fato não citado não referido documento, e pela invenção obter medidas através de transdutores piezoelétricos.

O documento EP 0 869 366 descreve um sensor para detectar força ou
5 aceleração compreendendo pelo menos três sensores para detectar a magnitude e a direção da quantidade física tridimensionalmente onde os três sensores estão dispostos em um plano. Cada sensor compreende um membro operacional, uma base de suporte que possui um buraco e disposta ao redor do membro operacional e uma placa flexível ou diafragma contendo um
10 piezoelétrico. Os três sensores são atribuídos às direções X, Y e Z onde a medida da quantidade física é feita independentemente em cada direção.

A presente invenção difere deste documento pela invenção compreender um dispositivo capaz de realizar a medida em diversos pontos simultaneamente e independentemente em cada direção.

15 Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

20 **Sumário da Invenção**

A presente invenção descreve um dispositivo analisador de impacto, um processo de produção do referido dispositivo e um método de análise de impacto. Em especial, a presente invenção descreve um dispositivo analisador de impacto capaz de adquirir dados de compressão, nos eixos X, Y e Z,
25 separadamente e podendo ainda realizar esta medida em diversos pontos simultaneamente, através de transdutores piezoelétricos.

É, portanto, um objeto da presente invenção um dispositivo analisador de impacto compreendendo:

- a) pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente;
- b) pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas, compreendendo transdutor piezoelétrico; e,
- c) pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados.

5
10 É, portanto, um objeto da presente invenção um dispositivo analisador de impacto compreendendo adicionalmente:

- d) pelo menos um meio de comunicação para enviar os dados para um sistema externo;
- e) pelo menos um sistema de memória para salvar todos os dados adquiridos e instruções do programa para o sistema de processamento;
- f) pelo menos um meio de energia para fornecer energia ao dispositivo; e,
- g) outros meios de transdução.

15
20 Em uma realização preferencial, o meio de comunicação, para enviar dados para um sistema externo, compreende em uma comunicação sem fio e/ou ligada a um computador através de uma porta serial universal.

25 Em uma realização preferencial, outros meios de transdução, para sensoriar outras grandezas físicas que não realizada pelos transdutores piezoelétricos, compreendem sensores selecionados do grupo que compreende temperatura, aceleração, umidade, e combinações dos mesmos.

Em uma realização preferencial, o revestimento externo é composto por placas circulares (como calotas) que estão fixadas sobre os sensores piezoelétricos.

30 Em uma realização preferencial, o meio de energia para fornecer energia ao dispositivo compreende, em uma bateria e uma forma de carregar a mesma.

É um objeto adicional da presente invenção um processo de produção do analisador de impacto, compreendendo a etapa de montar o dispositivo analisador de impactos através da junção entre pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas; e pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados; e revestimento com pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente.

É um objeto adicional da presente invenção um método de análise de impacto compreendendo as etapas:

- 10 a) submeter a condições diversas um dispositivo analisador de impacto compreendendo:
 - i. pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente;
 - 15 ii. pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas, compreendendo transdutor piezoelétrico; e,
 - iii. pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados.
- 20 b) processar os dados obtidos pelo referido dispositivo.

Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

25 **Breve Descrição das Figuras**

A Figura 1 demonstra o analisador de impacto.

A Figura 2 demonstra o detalhe do sensor piezoelétrico.

Descrição Detalhada da Invenção

Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo, sem limitar o

escopo da mesma.

Pluralidade de pontos

A pluralidade de pontos da presente invenção compreende pelo menos dois pontos de sensoriamento que podem ser captadas pelo revestimento
5 externo.

Impacto

O termo "impacto" na presente invenção deve ser entendido como qualquer modificação física ou ambiental que possa ser captada pelos revestimentos externos e/ou seus sensores. Em uma realização preferencial,
10 na presente invenção o termo pode ser usado de forma intercambiável com outros termos que podem ser medidos através do contato com determinado produto ou com o ambiente, como compressão, aceleração, umidade e temperatura.

Dispositivo Analisador de Impacto

15 O dispositivo analisador de impacto da presente invenção compreende:

- a) pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente;
- 20 b) pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas, compreendendo transdutor piezoelétrico; e,
- c) pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados.

Em uma realização preferencial, o presente dispositivo adicionalmente
25 compreende:

- a) pelo menos um meio de comunicação para enviar os dados para um sistema externo;
- b) pelo menos um sistema de memória para salvar todos os dados adquiridos e instruções do programa para o sistema de
30 processamento;

- c) pelo menos um meio de energia para fornecer energia ao dispositivo; e,
- d) outros meios de transdução.

Meio de Comunicação

5 Os meios de comunicação da presente invenção compreendem qualquer meio capaz de enviar dados para um sistema externo. Em especial, na presente invenção, podemos citar como meio de comunicação, um transceptor de rádio frequência e/ou uma porta serial universal.

Outros Meios de Transdução

10 Os outros meios de transdução da presente invenção compreendem qualquer meio capaz sensoriar e medir certa grandeza física através da transformação de uma grandeza física em outra. Em especial, na presente invenção, podemos citar como meios de transdução sensores selecionados do grupo que compreende temperatura, aceleração, umidade, e combinações dos
15 mesmos.

Revestimento Externo

O revestimento externo da presente invenção compreende qualquer revestimento que seja possível o armazenamento do sistema de processamento, sistema de memória, sistema para fornecer energia, meios de
20 comunicação e meios de transdução. Em especial, na presente invenção, o revestimento externo compreende em placas circulares em formato de calotas, fixadas sobre os sensores piezelétricos, que proporcionam a medição de carga em uma pluralidade de pontos simultaneamente.

Meios de Energia

25 O meio de energia da presente invenção compreende em qualquer meio capaz de fornecer a energia necessária para o funcionamento do dispositivo. Em especial, na presente invenção, o meio de energia compreende uma bateria e uma forma para carregar a mesma.

30 **Exemplo 1 – Realização Preferencial**

A presente invenção compreende um dispositivo de medição eletrônico, de formato esférico, capaz de adquirir dados de compressão em diversos pontos, além de dados de aceleração, temperatura e umidade e transmiti-los por rádio frequência. Para a aquisição dos dados de compressão, utiliza-se um
5 dispositivo composto por seis calotas sensoriais. As calotas e sensores são dispostos de tal forma que a compressão sofrida por uma calota não afeta as demais, tomando as medidas de forma individualizada, segundo o seu eixo correspondente, X, Y ou Z.

O invento constitui-se de quatro partes: uma esfera de nylon composta
10 por seis calotas com sensores de compressão, uma placa de circuito impresso com componentes eletrônicos, uma caixa externa contendo um sistema de comunicação e um software que processa os dados adquiridos. Além dos sensores de força também estão fixos na parte interna do instrumento, três acelerômetros, um sensor de temperatura e um de sensor de umidade.

O instrumento possui aproximadamente 90mm de diâmetro. A aquisição
15 de dados é feita de forma independente e os dados coletados são enviados a um dispositivo de comunicação conectado a um PC. Um software residente no PC realiza a apresentação dos dados sob forma numérica e gráfica, onde os eventos de impacto, compressão, temperatura e umidade, adquiridos podem ser
20 analisados.

Os instrumentos são sistemas microcontrolados compostos por quatro
sensores (acelerômetros, sensores de compressão, temperatura e umidade), memória Flash e micro SD para o armazenamento dos dados, transceptor de rádio frequência e uma porta de comunicações serial universal (USB).

Os sensores de compressão das esferas são calibrados através de uma
25 célula de carga uniaxial de referência. O procedimento de calibração consiste em comprimir (usando uma prensa hidráulica) cada um dos eixos da esfera posicionando-a em série com a célula de carga padrão. Os acelerômetros, sensor de temperatura e umidade são calibrados segundo informações do

fabricante ou através de instrumentos calibradores apropriados (mesa de vibração, câmara de calor e umidade controlados).

A presente invenção permite avaliar os impactos que as frutas sofrem no transporte, assim como a força de compressão a que são submetidas. Quando analisados podem indicar a necessidade de correções no armazenamento, transporte e tratamento pós-colheita de frutas e espécies olerícolas aumentando sua vida pós-colheita própria para consumo depois de colhidas e armazenadas.

O índice de perdas pode ser enormemente reduzido se as informações obtidas com a esfera instrumentada forem consideradas ao longo da cadeia pós-colheita. O instrumento também pode ser utilizado para o dimensionamento de embalagens de frutas e espécies olerícolas bem como dos ambientes de tratamento pós-colheita.

A presente invenção é capaz de avaliar as forças de compressão e os impactos em três eixos ortogonais (X, Y, Z) sofridos pelos frutos em análise uma vez que é um dispositivo esférico autônomo. No tratamento pós-colheita o instrumento pode percorrer os mesmo trajetos que as frutas e espécies olerícolas percorrem, registrando assim os impactos reais durante o processo.

As compressões sofridas por frutas e espécies olerícolas durante o manuseio pós-colheita podem ser reproduzidas em laboratório com o auxílio do instrumento, permitindo uma comparação dos danos sofridos pelas frutas e espécies olerícolas ensaiados através de análises biológicas instaladas e conduzidas posteriormente.

No futuro espera-se que o invento propicie o monitoramento contínuo da pós-colheita e transporte de frutas e espécies olerícolas sendo um equipamento padrão disponibilizado aos produtores, transportadores e armazenadores destas espécies prevenindo a depreciação das mesmas.

Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidos no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

DISPOSITIVO ANALISADOR DE IMPACTO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E MÉTODO DE ANÁLISE DE IMPACTO

- 5 1. Dispositivo analisador de impacto caracterizado por compreender:
- a) pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente;
 - 10 b) pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas, compreendendo transdutor piezoelétrico; e,
 - c) pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados.
- 15 2. Dispositivo analisador de impacto, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:
- d) pelo menos um meio de comunicação para enviar os dados para um sistema externo;
 - e) pelo menos um sistema de memória para salvar todos os dados adquiridos e instruções do programa para o sistema de
 - 20 processamento;
 - f) pelo menos um meio de energia para fornecer energia ao dispositivo; e,
 - g) meios de transdução.
- 25 3. Dispositivo analisador de impacto, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo meio de comunicação para enviar dados para um sistema externo compreender uma comunicação sem fio e/ou ligada a um computador através de uma porta serial universal.
4. Dispositivo analisador de impacto, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelos meios de transdução para sensoriar outras

grandezas físicas que não realizada pelos transdutores piezoelétricos compreenderem sensores selecionados do grupo que compreende temperatura, aceleração, umidade, e combinações dos mesmos.

- 5
5. Dispositivo analisador de impacto, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo revestimento externo ser composto por placas circulares (como calotas) que estão fixadas sobre os sensores piezoelétricos.
- 10
6. Dispositivo analisador de impacto, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo meio de energia para fornecer energia ao dispositivo compreender uma bateria e uma forma de carregar a mesma.
- 15
7. Processo de produção do analisador de impacto caracterizado por compreender a etapa de montar o dispositivo analisador de impactos através da junção entre pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas; e pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados; e revestimento com pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente.
- 20
8. Método de análise de impacto caracterizado por compreender as etapas de:
- a) submeter a condições diversas um dispositivo analisador de impacto compreendendo:
- 25
- i. pelo menos um revestimento externo compreendendo meios para medição de sinais em uma pluralidade de pontos simultaneamente;
- ii. pelo menos um meio de transdução para sensoriar uma ou mais grandezas físicas, compreendendo transdutor piezoelétrico; e,

iii. pelo menos um sistema de processamento para realizar a leitura dos dados.

b) processar os dados obtidos pelo referido dispositivo.

ANEXOS

Figura 1

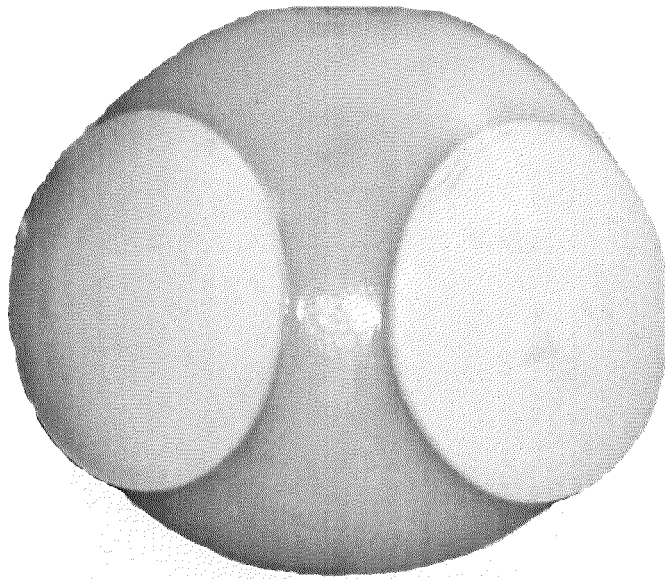
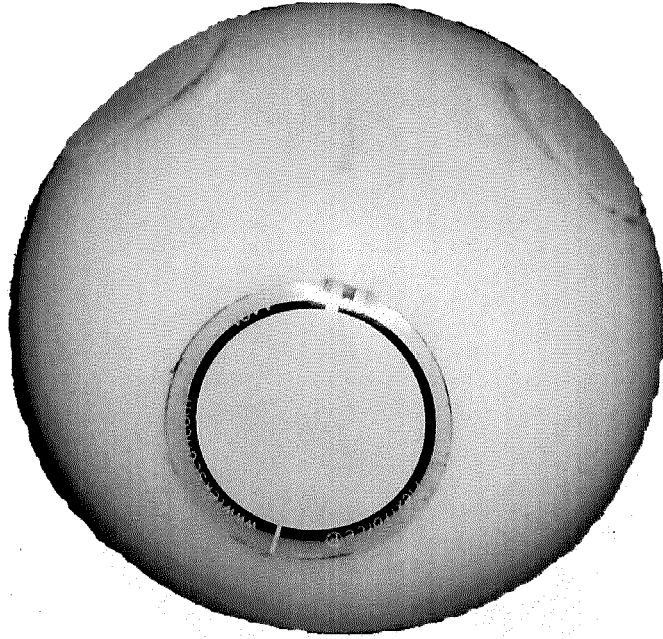


Figura 2



Resumo**DISPOSITIVO ANALISADOR DE IMPACTO, PROCESSO DE PRODUÇÃO E
MÉTODO DE ANÁLISE DE IMPACTO**

5 A presente invenção compreende um dispositivo analisador de impacto capaz de adquirir dados de compressão, nos eixos X, Y e Z, separadamente, através de transdutores piezoelétricos, e podendo ainda realizar esta medida em diversos pontos simultaneamente. A presente invenção em uma realização preferencial também faz a medição de temperatura, umidade e aceleração,
10 além de possuir bateria, memória, transceptor de rádio frequência e saída para porta serial universal, o que possibilita a presente invenção de ser autônoma e a realização da leitura dos dados posteriormente aos testes realizados.

15