

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 174**

51 Int. Cl.:
A01G 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04742324 .9**
96 Fecha de presentación: **23.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1608216**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.12.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y DE LA CONSTITUCIÓN DE SETOS DE CULTIVO, TALES COMO, POR EJEMPLO, HILERAS DE VID.**

30 Prioridad:
31.03.2003 FR 0303944

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.12.2011

73 Titular/es:
**PELLENC
ROUTE DE CAVAILLON, QUARTIER NOTRE-
DAME
84120 PERTUIS, FR**

72 Inventor/es:
PELLENC, Roger

74 Agente: **Sugrañes Moline, Pedro**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 370 174 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo de análisis de la estructura y de la constitución de setos de cultivo, tales como, por ejemplo, hileras de vid

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo de análisis de la estructura y de la constitución de setos de cultivo en espaldera, tales como, por ejemplo, hileras de vid u otros arbustos fructíferos, árboles frutales, hortalizas cultivadas en hileras (tomates, judías, ...), etc.

Este procedimiento y este dispositivo están destinados más concretamente a la puesta en práctica y al equipamiento de máquinas móviles llamadas a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera, tales como vides.

La invención engloba asimismo a las máquinas y, más precisamente, a las máquinas agrícolas que incorporan aplicación de este procedimiento y de este dispositivo.

El análisis de la estructura de los setos de cultivo o fructíferos obtenido mediante la puesta en práctica del procedimiento y del dispositivo de la invención puede ser utilizado para optimizar los resultados de diferentes intervenciones mecánicas o manuales que han de efectuarse sobre esos setos, simultáneamente al examen de la estructura de los mismos, o posteriormente.

La invención puede ser de aplicación ventajosa en el equipamiento de las máquinas agrícolas organizadas y utilizadas para la prepoda de la vid en espaldera, pero se destaca y se comprenderá, con la lectura de la explicación que sigue, que esta invención puede ser llevada a la práctica para el equipamiento de otros tipos de máquinas agrícolas tales como máquinas de cultivo del suelo, máquinas de tratamiento de las plantas, máquinas cosechadoras, etc. Por este motivo, la referencia a una máquina de prepoda, en la continuación de la presente explicación, no habrá de tener un carácter limitativo.

Cabe recordar que el objetivo de la prepoda mecánica de las vides es simplificar el ulterior trabajo del podador, eliminando el máximo de ramaje antes de la poda manual. En esta operación mecánica preparatoria, se tronzan y desbrozan los ramajes o sarmientos cuyas tijeretas están fijadas a los hilos de la espaldera. Las principales dificultades de este trabajo consisten en:

- asegurar el paso de los postes que originan un obstáculo para el avance de los órganos de corte, siendo la imposición que la acción de la máquina no debe ser destructiva frente a los postes y a los hilos de espaldera o a sus propios órganos de corte;

- para las vides cultivadas en cordón, no dañar el cordón y, en particular, no cortar los botones fructíferos.

La mayoría de las actuales máquinas de prepoda utilizan sistemas de corte giratorios, estando poco difundidas las máquinas de barra de corte, ya que su desbroce es menos rápido al paso de los postes.

Según el tipo más corriente de máquinas equipadas con sistemas de corte giratorios, el tronzado de los ramajes queda asegurado por al menos un apilamiento de discos de trituración que comprenden un alimentador circular escotado cuya periferia determina unas uñas. En el interior de los discos, unas cuchillas fijas (EP-0312126) o una sierra circular (FR-2.576.481) se encargan del tronzado de los ramajes, en conjunción con las uñas. Las herramientas de corte así constituidas van apiladas sobre dos ejes verticales que van ubicados a uno y otro lado del eje de la espaldera en las operaciones de prepoda. Los órganos giratorios que cooperan en la acción de corte van dispuestos al tresbolillo y se cruzan ligeramente en el transcurso del trabajo; pudiendo estar constituido el disco interior de cada apilamiento por un disco podador para un mejor acabado.

A la entrada de una hilera de cepas, así como a la salida de esa hilera, los apilamientos de discos se distancian para no cortar los hilos de amarra. Los hilos de espaldera tienen que estar correctamente instalados para no quedar enganchados o tronzados durante el funcionamiento de la máquina por la hilera.

Al paso de los postes que presentan un diámetro adecuado, a menudo realizados de madera o de hormigón, los discos circulan sobre estos últimos y se distancian automáticamente, siendo regulable la presión sobre los postes, de manera que el encuentro de una importante densidad de sarmientos no provoque la apertura indeseable del cabezal de corte; por el contrario, el esfuerzo al paso de los postes no debe ser excesivo para no correr el riesgo de dañarlos.

Sin embargo, cuando los postes están constituidos por perfiles de acero de pequeña sección, por ejemplo por perfiles angulares de 30 mm, el distanciamiento de los apilamientos del cabezal de corte al paso de los postes obligatoriamente se opera manualmente, ya que estos últimos podrían deteriorar seriamente las herramientas de corte al penetrar en las uñas de los alimentadores giratorios. En semejante situación, los viticultores, en la mayoría de los casos, prefieren utilizar máquinas de prepoda con mando de apertura manual, lo cual requiere, por parte de los conductores de estas máquinas, una atención en todo momento. Muy a menudo, para no correr riesgos, los

conductores prefieren abrir y cerrar el cabezal de corte a distancia de los postes con un buen margen de seguridad, lo cual presenta el inconveniente de dejar una cantidad bastante considerable de ramajes sin cortar.

5 Cuando las vides están cultivadas en cordón (cordón de Royat), por ejemplo, una aplicación ventajosa de la invención está en permitir mantener los órganos de corte de la prepodadora por encima y a conveniente distancia del cordón, con el fin de descartar cualquier riesgo de daño de este último y de evitar la eliminación de botones fructíferos que conviene conservar, manteniendo al propio tiempo unos ramajes de poda lo más cortos posible.

10 En efecto, si bien es posible regular la altura de los órganos de corte de la máquina, a la entrada de una hilera, su posición con relación al cordón puede verse modificada durante su desplazamiento por esa hilera, a causa de las desigualdades del terreno, de modo que, en caso de súbita bajada como consecuencia del paso de dicha máquina a una hondonada del terreno, el cordón puede verse dañado o despojado de sus botones fructíferos.

15 Otra aplicación interesante de la invención está en efectuar una medida de la velocidad de avance de la máquina, al objeto de posibilitar una adaptación permanente de las condiciones de funcionamiento de las herramientas de la misma a la velocidad de avance medida.

20 En efecto, si se atiende a las máquinas de prepoda de la clase precitada, la velocidad periférica de los discos tiene que estar adaptada a la velocidad de avance, dando como resultado una excesiva velocidad de giro de los discos que tiran de los ramajes hacia atrás, en tanto que una velocidad demasiado escasa de dichos discos trae como consecuencia que empujan la vegetación hacia adelante. La adaptación de la velocidad de giro de los discos a la velocidad de avance de la máquina se obtiene por medio de un divisor de caudal. En la práctica, el viticultor escoge una velocidad de trabajo y regula consecuentemente el divisor antes de entrar en la viña, de modo que si esta velocidad varía durante los trayectos, los órganos de corte no trabajan constantemente en las mejores condiciones, lo cual ocasiona quebramientos de ramajes y, en ocasiones, el arranque de cepas de vid.

Otro aprovechamiento ventajoso del análisis de la estructura de las hileras de vides está en permitir una medida del vigor de los plantones de vid.

30 El cultivo de la vid evoluciona hacia un concepto de "Viticultura de precisión" (marca registrada) que consiste en recoger, por medio de sensores, todas las características importantes de la planta, que permiten contemplar las mismas sobre una cartografía GPS, con miras a una optimización a corto y a largo plazo de la cosecha.

35 Las características de las cepas de vid, que son esencialmente la cantidad cosechada de uvas, el azúcar de esas uvas, su acidez y el vigor de la planta, se recopilan en una base de datos que se denominará convencionalmente "cepas de vid" y se utilizan a continuación para definir las condiciones en las que se efectuará la poda, la fertilización, la selección de las uvas para una mejor vinificación, etc.

40 Conocer el vigor de cada planta es un dato que interesa a todo viticultor que quiere mejorar la calidad de su producto. En efecto, el plano de viña se desarrolla, entre otras cosas, en función de la fertilización y de la naturaleza del terreno. Este desarrollo se traduce en la brotación, durante el período vegetativo, de sarmientos que perderán sus hojas al invierno siguiente.

45 Se mide el vigor de la vid cuando se poda la misma; los sarmientos podados son recuperados, cortados en pequeños trozos y pesados. El peso de esos sarmientos representará la característica de vigor. Ello se obtiene comparando las cepas de vid, unas respecto a otras, determinando los débiles vigos con relación a los vigos abundantes. Es sabido que a cada vigor le tiene que corresponder una determinada cantidad de uvas producidas por la planta.

50 La poda de la vid tiene como función el dejar sobre cada cepa un cierto número de yemas que, en el contexto de su desarrollo, van a permitir determinar el volumen de la cosecha. Es sabido, por ejemplo, que la viña debe tener en promedio 28.000 yemas por hectárea, después de la operación de poda. En la actualidad, se reparten estas 28.000 yemas/hectárea por el número de cepas/hectárea, lo cual determina uniformemente para cada cepa el número de botones que hay que conservar por cepa.

55 Teniendo presente que en una finca, habida cuenta de la heterogeneidad del suelo y de las condiciones de exposición, el vigor no es uniforme, cabe repartir, en la viticultura moderna, los 28.000 botones/hectárea, ya no uniformemente, sino en función del vigor de las cepas.

60 Las medidas efectuadas en el ámbito de la viticultura de precisión tienen que permitir medir el vigor de cada cepa de vid, de manera que se le asigne un número adecuado de botones. Es, pues, necesario evaluar este vigor por cepa de una manera automática, ya que es impensable realizar la operación de pesaje de los ramajes para cada cepa.

65 En el documento EP-0.974.262 queda descrito un aparato de poda automatizada de plantas con forma de árboles, tales como plantones de vid, que comprende un bastidor que sustenta un dispositivo de poda, un dispositivo de adquisición de imágenes que permite recoger la posición de una planta con forma de árbol con relación al dispositivo

de poda y una unidad de procesamiento prevista para enviar señales de mando para la regulación de la posición de dicho dispositivo de poda, en función de las imágenes recogidas del tronco o rama principal de dicha planta con relación a dicho dispositivo de poda. El dispositivo de adquisición de imágenes está constituido por una pareja de cámaras de televisión colocadas de manera que puedan ser apuntadas hacia arriba formando un ángulo entre sí.

El aparato de poda automatizada descrito en ese documento pone en práctica un sistema de adquisición de imagen (televisión) que no funciona sin iluminación (luz diurna o iluminación de sustitución) y que funciona mal bajo una fuerte luminosidad (resultado por ejemplo de una fuerte insolación), precisando de la utilización de una pantalla. Este no funciona de noche sin la implantación de una iluminación de sustitución de la luz solar.

No parece que se haya lanzado al mercado un aparato de poda automatizada según el documento EP-0.974.262, de modo que no existen, en conocimiento de la firma solicitante, en el ámbito de la maquinaria agrícola, procedimientos ni dispositivos capaces de efectuar, tanto de día como de noche, análisis de la estructura de los setos fructíferos tales como hileras de vid, ni de aplicar la información resultante de esos análisis:

- a la obtención de la apertura automática del cabezal de corte de las máquinas de prepoda que se desplazan a horcadas sobre la hilera de vid, al paso de los postes, cuando están realizados estos en angular o presentan un reducido diámetro que permite su penetración en las uñas de los discos de trituración;

- a la adaptación constante de la velocidad de giro de los discos a la velocidad de avance de la máquina;

- al respeto de la integridad del cordón y de los botones fructíferos que han de conservarse, para las vides cultivadas en cordón;

- a la medida del vigor de la vid.

Por otra parte, la necesidad de proceder a una apertura manual del cabezal de corte al paso de los postes no permite efectuar un trabajo a gran velocidad con las máquinas actuales. En efecto, bien se retarda cuanto sea posible la apertura del cabezal de corte con el fin de tronzar la mayor cantidad posible de sarmientos y, en tal caso, el cabezal de corte viene a golpear contra dichos postes, provocando el descalce progresivo de estos últimos, o bien se anticipa la apertura de dicho cabezal de corte y, en tal caso, se deja una considerable cantidad de vegetación sobre las cepas cercanas a dichos postes.

La presente invención se propone solventar las deficiencias anteriormente mencionadas.

De acuerdo con la invención, el análisis de la estructura de los setos de cultivo tales como, por ejemplo, hileras de vid u otros setos fructíferos, se obtiene en virtud de un procedimiento según el cual se dispone, preferentemente en la parte anterior del cabezal de trabajo de una máquina móvil llamada a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera, un sistema de visión artificial que, funcionando a transmisión directa, está configurado para permitir determinar las ocultaciones de luz entre uno o unos emisores de rayos luminosos y uno o unos receptores de rayos luminosos colocados frente a frente a uno y otro lado del seto, y porque la información generada por esas ocultaciones de luz es procesada por un sistema electrónico de análisis programado o configurado para analizar los elementos de la estructura del seto, y todo ello tanto de día como de noche.

De acuerdo con una puesta en práctica interesante de este procedimiento, se obvia, en el sistema de visión artificial, la influencia de la luz solar parásita, utilizando una luz modulada periódicamente por el o los emisores, no siendo sensibles el o los receptores más que a la luz modulada y no a la componente continua de la luz.

De acuerdo con otra puesta en práctica interesante del procedimiento, se reduce la importancia de la luz parásita escogiendo longitudes de onda de emisión y de recepción para las que la luz solar es relativamente débil, es decir, fuera del espectro visible, esto es, una longitud de onda inferior a 400 nm o superior a 750 nm y, por ejemplo, una longitud de onda del orden de 950 nm, para la que la radiación solar recibida es especialmente débil.

De acuerdo con otra disposición característica del procedimiento de la invención, el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de medir la velocidad de avance de la máquina y de ajustar la velocidad de giro de las herramientas rotatorias de dicha máquina, en función de la velocidad de avance medida.

De acuerdo con otra disposición característica del procedimiento de la invención, el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de discriminar los postes del seto.

De acuerdo con otra disposición característica del procedimiento de la invención, el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de detectar la posición del cordón, en las vides u otras plantas cultivadas en cordón.

De acuerdo con otra disposición característica del procedimiento de la invención, el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para utilizar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de efectuar una medida del vigor de las plantas.

El dispositivo de análisis de la estructura de setos de cultivo según la invención comprende un sistema de visión artificial que funciona a transmisión directa, constituido a partir de uno o varios emisores de rayos luminosos y de uno o varios receptores de rayos luminosos, estando organizado este sistema de visión artificial de modo que, cuando va montado sobre una máquina, uno o varios de sus componentes optoelectrónicos pueda(n) quedar dispuesto(s) frente a frente, a uno y otro lado del seto fructífero sobre el que esta última pasa a horcadas, comprendiendo aún dicho dispositivo un sistema electrónico de análisis programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, para visualizar los elementos del seto, y todo ello tanto de día como de noche.

Otras ventajosas disposiciones características del procedimiento y del dispositivo de la invención quedan enunciadas en las reivindicaciones dependientes y descritas en la continuación de la presente explicación.

El procedimiento y el dispositivo de formación móvil de imágenes según la invención tienen en general como ventajas, en particular en su aplicación a la puesta en práctica y al equipamiento de las máquinas de pre poda de la vid:

- permitir la detección de los postes, cualquiera que sea su naturaleza (madera, metal, plástico), su geometría (en L, en T, redondo, cuadrado), su diámetro (generalmente comprendido entre 20 y 250 mm), así como la apertura automática del cabezal de pre poda al paso de dichos postes, descargando así al conductor de una tarea repetitiva que reclama una gran atención, en especial cuando los postes están realizados en angular;

- disminuir la cantidad de sarmientos dejados alrededor de los postes con relación a una máquina que trabaja con apertura manual;

- evitar el deterioro de los postes o de las herramientas de la máquina;

- evitar el daño del cordón y la eliminación indeseable de botones fructíferos;

- facultar un trabajo a mayores velocidades de desplazamiento de la máquina;

- permitir una medida automática del vigor de cada cepa de vid.

En la aplicación de la invención a la medida del vigor de la vid, se comprende que cada barrera óptica que se encuentre cortada al paso de los ramajes de poda genera una información que permite determinar la sección de los sarmientos que cortan esa barrera. Al prever un número relativamente importante de barreras ópticas superpuestas, es posible obtener una interesante apreciación de la superficie de los sarmientos cortados por estas últimas. Se han realizado tablas de correlación para hacer corresponder un vigor a las secciones cortadas, y todo ello para cada cepa de vid. Esta correlación permite una apreciación del vigor con una exactitud del orden del 8 %, lo cual es sobradamente suficiente para orientar la poda y, por tanto, para determinar el número de botones que conservar por cepa de vid.

De acuerdo con la invención, la información comunicada por el sistema de visión artificial es transmitida a un ordenador o a una calculadora embarcada en la que se registran, con una gran precisión, las coordenadas geográficas de cada cepa de vid obtenidas por GPS y que permite, sobre la base de los correspondientes datos, registrar el vigor en la operación de pre poda. La información podrá ser utilizada útilmente por el viticultor para optimizar la poda y la fertilización de su viña.

La poda adaptada a la fertilidad tiene que permitir una óptima cosecha desde el punto de vista del peso, azúcar y acidez, y aportar así a los viticultores la posibilidad de tener una materia prima de excelente calidad para la vinificación, necesaria para la elaboración de vinos finos.

Los objetivos, características y ventajas anteriormente indicados, como otros más, se desprenderán mejor de la descripción que sigue y de los dibujos que se adjuntan, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática de un ejemplo de configuración del sistema de visión artificial de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra una máquina de pre poda dotada del sistema de visión artificial, desplazándose por una hilera de vid.

La figura 3 es una vista en detalle de la figura 2.

La figura 4 es una vista esquemática del dispositivo que se encarga de la apertura y el cierre del cabezal de corte de

la máquina al paso de los postes.

La figura 5 es una vista esquemática del dispositivo que se encarga de la regulación de la velocidad de giro de las herramientas rotatorias de la máquina en función de la velocidad de avance de la misma.

La figura 6 es una vista esquemática del dispositivo que se encarga del posicionamiento del cabezal de corte de la máquina en función de la posición del cordón de la hilera de vid.

Las figuras 7A, 7B y 7C son sendas vistas esquemáticas que ilustran el procedimiento de identificación de los sarmientos mediante el sistema de visión artificial.

Las figuras 8A, 8B y 8C son sendas vistas esquemáticas que ilustran el procedimiento de identificación de los postes mediante el sistema de visión artificial.

Las figuras 9A y 9B son sendas vistas esquemáticas que ilustran el procedimiento de medida de la velocidad de avance de la máquina mediante el sistema de visión artificial.

Las figuras 10A y 10B son sendas vistas esquemáticas que ilustran el procedimiento de medida de la anchura de los postes mediante el sistema de visión artificial.

Las figuras 11A y 11B son sendas vistas esquemáticas que ilustran el procedimiento de medida del diámetro de los sarmientos mediante el sistema de visión artificial.

La figura 12 es una vista esquemática que ilustra el procedimiento de medida de la posición del cordón, mediante el sistema de visión artificial de la invención.

Se alude a dichos dibujos para describir ejemplos interesantes, aunque sin carácter limitativo alguno, de puestas en práctica del procedimiento y de realizaciones del dispositivo de análisis de la estructura de setos frutíferos según la invención.

Este dispositivo comprende un sistema de visión artificial (figura 1) que, funcionando a transmisión directa, comprende, por una parte, al menos un módulo emisor ME que incorpora al menos uno y, preferentemente, una pluralidad de emisores de rayos luminosos E (E1, E2, E3, ...) y, por otra parte, al menos un módulo receptor MR que incorpora al menos uno y, preferentemente, una pluralidad de receptores de rayos luminosos R (R1, R2, R3,...). De manera ventajosa, este sistema de visión artificial está constituido a partir de emisores y de receptores de infrarrojos y, más específicamente, de radiación del infrarrojo cercano.

Se halla instalado, preferentemente, en la parte delantera del cabezal de trabajo de una máquina agrícola llamada a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera, tal como el cabezal de corte 1 de una prepodadora 2 (figura 2), por ejemplo, de la clase descrita en el documento EP-0312126 o en el documento FR-2576481.

El módulo emisor ME y el módulo receptor MR van dispuestos uno a distancia del otro, por ejemplo a una distancia del orden de 800 mm, al objeto de poder ir colocados frente a frente, a uno y otro lado del seto frutífero SF (figuras 2 a 5), cuando la máquina se desplaza a lo largo de dicho seto. Estos van fijados sobre elementos verticales 3a del bastidor 3 de la máquina, con el concurso de medios, en sí conocidos, que permiten una regulación de su posición, principalmente en altura, con relación a dicho bastidor.

De acuerdo con el ejemplo de configuración del sistema de visión 4 representado en la figura 1:

- el módulo emisor incorpora, por una parte, en su parte superior, dos emisores espaciados alineados horizontalmente y a los que se denominará respectivamente, más adelante en la descripción, emisor anterior E1 y emisor posterior E2 y, por otra parte, inferiormente, un emisor E3; el espacio "e" que media entre los emisores E1 y E2 está determinado para ser inferior a la anchura de los postes más pequeños Po utilizados para la espaldera de los setos frutíferos SF, siendo este espacio "e", por ejemplo, del orden de 20 mm;

- el módulo receptor incorpora tres filas verticales o columnas de receptores a las que se denominará respectivamente fila anterior (receptores R11, R12, R13, ..., R1i), fila posterior (receptores R21, R22, R23, ..., R2i) y fila intermedia (receptores R31, R32, R33, ..., R3j), ubicándose el receptor inferior R31 de esta última inferiormente en dicho módulo receptor.

Las filas verticales o columnas de receptores pueden comprender, cada una de ellas, un número relativamente considerable de receptores. Por ejemplo:

- la fila vertical anterior R11, R12, R13, ..., puede estar constituida a partir de doce receptores;

- la fila vertical posterior R21, R22, R23, ..., puede asimismo comprender doce receptores;

- la tercera fila de receptores R31, R32, R33, ... , puede incorporar trece receptores.

5 Los receptores de cada una de las tres filas verticales pueden quedar espaciados a una distancia que puede estar comprendida entre 20 mm y 40 mm, en la dirección vertical.

La tercera fila R31, R32, R33, ... ocupa una posición intermedia en el ejemplo representado en la figura 1, pero podría ocupar una posición diferente con relación a las otras dos, en el sistema de visión artificial.

10 Por supuesto, el sistema de visión podría incorporar un número diferente de emisores y de receptores distribuidos de otra manera. Sería posible, por ejemplo, realizar el sistema de visión en forma de dos módulos que incorporen a la vez uno o varios emisores y uno o varios receptores, emitiendo cada emisor unas señales que tan sólo son recibidas por receptores orientados a dichos emisores.

15 De manera ventajosa, el haz de luz de base se compone de emisores y de receptores de infrarrojos o de radiación del infrarrojo cercano.

De acuerdo con la invención, se obvia la luz parásita utilizando una luz modulada periódicamente por los emisores, no siendo sensibles los receptores más que a la luz modulada y no a la componente continua de la luz.

20 La luz del sol, que es una fuente parásita para nuestro sistema de visión, queda atenuada sensiblemente por la atmósfera por encima de 750 nm, es decir, en el infrarrojo, en particular con un pico de absorción en la proximidad de 950 nm. Con objeto de que el haz procedente del sistema de visión pueda ser diferenciado de la luz solar, se ha mostrado ventajoso utilizar un haz luminoso cercano a 950 nm. Por tanto se ha elegido, para cada emisor, un diodo infrarrojo que, cuando es atravesado por una corriente, emite una luz de una longitud de onda igual a 950 nm. Se excita este diodo con una señal eléctrica periódica correspondiente a una frecuencia llamada "frecuencia de modulación". La frecuencia de modulación se puede fijar en el intervalo comprendido entre 30 y 56 kHz.

30 Cada receptor R (fotoreceptor de serie TSOP de Vishay Telefunken) es sensible a cualquier haz incidente que tenga una longitud de onda de aproximadamente 950 nm. Éste suministra, a su salida, una señal eléctrica activa únicamente si la frecuencia de modulación del haz incidente se corresponde con su propia frecuencia. Todas las fuentes luminosas parásitas (sol, lámparas de incandescencia o fluorescentes) que, por naturaleza o por construcción, no están moduladas a esta frecuencia, no dan ninguna señal activa a la salida del módulo fotoreceptor y son, pues, íntegramente filtradas.

35 Cada emisor E1 (anterior), E2 (posterior) emite, alternadamente, durante un tiempo del orden de 500 µs, una luz modulada, por ejemplo, a una frecuencia de aproximadamente 32 kHz. Esta frecuencia es la frecuencia sintonizada de los receptores. La fila anterior de receptores R11, R12, R13, ..., R1i tan sólo adquiere las señales procedentes del emisor anterior E1, en tanto que la fila posterior de receptores R21, R22, R23, ..., R2i tan sólo adquiere las señales procedentes del emisor posterior E2.

40 Por otra parte, la fila intermedia de receptores R31, R32, R33, ..., R3j tan sólo adquiere las señales procedentes del emisor inferior E3, proyectado para emitir, por ejemplo cada 500 µs, una luz modulada a una frecuencia correspondiente a la frecuencia sintonizada de los receptores de la tercera fila vertical R31, R32, R33, ... Cada receptor suministra un estado inactivo correspondiente a un rayo no ocultado y, por tanto, a la ausencia de obstáculo entre emisor y receptor. Por el contrario, cuando no es excitado por un rayo incidente, suministra un estado activo correspondiente a la presencia de un obstáculo entre emisor y receptor.

50 De acuerdo con la invención, las ocultaciones de luz son procesadas por un sistema electrónico de análisis programado o configurado para visualizar los elementos de la estructura de un seto frutífero o seto de cultivo:

- para medir la velocidad de avance de la máquina; y/o

55 - para discriminar los postes del seto; y/o

- para detectar la posición del cordón; y/o

- para efectuar una medida del vigor de las plantas.

60 El sistema electrónico de análisis 7 se halla conectado:

- al electrodistribuidor 9 de mando del cilindro 6 que se encarga de los movimientos de distanciamiento o de acercamiento de los conjuntos de poda 14;

65 - a la válvula de regulación de caudal 11 del circuito hidráulico de alimentación de los motores hidráulicos 12 que se encarga del arrastre giratorio de los conjuntos de poda rotatorios 14;

- al electrodistribuidor 16 de mando del cilindro 17 que se encarga de los movimientos verticales de los conjuntos de poda 14;

- 5 - al ordenador de viticultura de precisión (no representado) capaz de gestionar los datos de determinación del vigor de las plantas.

La figura 4 muestra el sistema de visión artificial 4-4 instalado en la parte anterior del cabezal de corte de una máquina de prepoda de la que en particular se ven los elementos de poda giratorios 5 y el cilindro hidráulico 6 que se encarga del acercamiento de dichos conjuntos a la posición de trabajo o del distanciamiento de estos últimos al paso de los postes Po.

El sistema de visión artificial 4-4 dispuesto a uno y otro lado del seto fructífero (hilera de vid u otro) avanza a lo largo del mismo (según flecha AV), lo cual genera información que es analizada por un sistema electrónico 7, con el fin de discriminar las postes Po del seto, de definir su anchura y la velocidad a la que han pasado ante el sistema de visión 4-4. Una vez definida esta información, el sistema electrónico 7 calcula:

- 1/ el momento en que tiene que enviar una corriente eléctrica hacia el mando 8 del electrodistribuidor 9 que permite el paso del fluido hidráulico hacia la cámara posterior 6a del cilindro 6 que, por mediación de una transmisión mecánica, se encarga de la apertura o distanciamiento de los elementos de poda 5 al paso de un poste Po;

- 2/ el momento en que tiene que enviar una corriente eléctrica hacia el mando 10 del electrodistribuidor 9 que permite el paso del fluido hidráulico hacia la cámara anterior del cilindro 6 que, por mediación de una transmisión mecánica, se encarga del cierre o del acercamiento de los elementos de poda 5, después de pasado el poste.

Este cálculo permite así distanciar y volver a cerrar los elementos de poda lo más cerca posible de los postes del seto fructífero, sin tocarlos para no deteriorarlos, todo ello dejando lo menos posible de sarmientos sin tronzar.

La figura 5 es una vista análoga a la figura 4 que ilustra la aplicación del procedimiento y del dispositivo de la invención a la medida de la velocidad de avance de la máquina y al ajuste de la velocidad de giro de las herramientas de poda del cabezal de corte de dicha máquina en función de la velocidad de avance medida.

En esta aplicación, el sistema de visión artificial 4-4 dispuesto a uno y otro lado del seto fructífero SF avanza a lo largo del mismo (según flecha AV), lo cual genera información que es analizada por el sistema electrónico 7, con el fin de definir la velocidad de avance de la máquina dotada de dicho sistema de visión. Cuando el sistema electrónico ha definido la velocidad de avance, envía una consigna eléctrica a la válvula de regulación de caudal 11, que deja pasar un caudal de aceite hidráulico con el fin de alimentar los motores hidráulicos 12 que, mediante un enlace mecánico, arrastran en su giro a los órganos rotatorios 5 de las herramientas de poda. La consigna eléctrica es ajustada hasta que un sensor de velocidad de giro 13 asignado a la medida del giro de las herramientas rotatorias 5 indica al sistema electrónico 7 una velocidad de giro desarrollada cercana a la velocidad de avance de la máquina. Esta disposición permite realizar un servocontrol en bucle cerrado con el sistema electrónico de análisis, con el fin de regular la velocidad de giro de las herramientas rotatorias 5 en función de la velocidad de avance de la máquina 2.

La figura 6 ilustra la regulación posicional de los conjuntos de poda de la máquina con relación al cordón de una hilera de vid en espaldera cultivada en cordón.

Se ve el sistema de visión artificial instalado en la parte anterior del conjunto de poda de la máquina constituido a partir de dos apilamientos 14 de herramientas rotatorias 5. Dicho sistema, dispuesto a uno y otro lado de la hilera de vid SF, avanza a lo largo de la misma (según flecha AV), lo cual genera información que es analizada por el sistema electrónico de análisis 7, con el fin de reconocer y de definir la posición del cordón Co, con relación a los conjuntos de poda 14. Una vez realizado este análisis, el sistema electrónico 7 envía una corriente:

- 1/ bien, si el cordón Co es demasiado bajo con relación a los conjuntos de corte 14, hacia la bobina de mando 15 de un electrodistribuidor 16 que permite el paso del fluido hidráulico hacia la cámara posterior 17a de un cilindro 17 que, mediante una acción mecánica, hará bajar dichos conjuntos de corte 14, hasta que el cordón sea reconocido y se encuentre en la posición deseada con relación a los conjuntos de corte;

- 2/ o bien, si el cordón Co es demasiado alto con relación a los conjuntos de corte 14, hacia la bobina de mando 18 del electrodistribuidor 16 que faculta el paso del fluido hidráulico hacia la cámara anterior del cilindro 17 que, mediante una acción mecánica, hace ascender los conjuntos de corte 14, hasta que la posición del cordón Co con relación a estos últimos sea correcta.

La posición inicial deseada de los conjuntos de corte 14 con relación al cordón Co está fijada con anterioridad. Este previo posicionamiento se realiza mediante una regulación de la posición de los módulos emisor ME y receptor MR del sistema de visión 4-4 con relación a los conjuntos de corte 14, por medio de un dispositivo de sujeción regulable de dichos módulos sobre los elementos 3a del bastidor 3 de la máquina, según se indica anteriormente.

Se describe a continuación el funcionamiento del sistema de visión artificial en las diferentes aplicaciones de la invención.

5 A - Discriminación de los postes y de la vegetación.

A.1 Identificación de la vegetación (figuras 7A, 7B y 7C)

10 Habida cuenta de que el procedimiento y el dispositivo de la invención están destinados más especialmente a equipar máquinas llamadas a desplazarse en las viñas, se utiliza, más adelante en la descripción, el término "sarmiento" para designar la vegetación, palabra ésta que, no obstante, debe ser considerada como el equivalente del término "ramo", que designa generalmente las ramas pequeñas de las plantas o arbustos.

15 Un sarmiento Sa tiene un diámetro inferior a la distancia "e" entre los emisores E1 y E2. Éste corta sucesivamente el haz E1-R1i y luego el haz E2-R2i.

Cuando la máquina avanza (flechas AV), la secuencia de eventos característica de la presencia de un sarmiento es la siguiente:

20 a) el sarmiento Sa corta el haz E1-R1i (figura 7A)

b) el sarmiento no corta ningún haz (figura 7B)

25 c) el sarmiento corta el haz E2-R2i (figura 7C).

A.2 Identificación de un poste (figuras 8A, 8B y 8C)

30 Un poste Po tiene una anchura aparente superior a la distancia "e" acondicionada entre los emisores E1 y E2. Éste corta simultáneamente los haces E1-R1i y E2-R2i.

Cuando la máquina avanza, la secuencia de eventos característica de la presencia de un poste es la siguiente:

a) el poste Po corta solamente el haz E1-R1i (figura 8A)

35 b) el poste corta los haces E1-R1i y E2-R2i (figura 8B)

c) el poste corta solamente el haz E2-R2i (figura 8C)

40 B - Medida de la velocidad de avance de la máquina (figuras 9A, 9B).

La velocidad de avance de la máquina se mide sobre la vegetación y sobre los postes.

B.1 Medida de la velocidad sobre la vegetación

45 a) en el instante t1, el sarmiento Sa corta el haz E1-R1i (figura 9A)

b) e el instante t2, el sarmiento corta el haz E2-R2i (figura 9B)

50 Entre t1 y t2, la máquina ha recorrido la distancia e. La velocidad de avance V de la máquina equivale a $e/(t2 - t1)$.

B.2 Medida de la velocidad sobre los postes

55 La medida de la velocidad sobre los postes se opera de forma idéntica a la medida de la velocidad sobre la vegetación.

C - Medida de la anchura aparente de los postes (figuras 10A y 10B).

60 Se conoce la velocidad de avance V de la máquina y se ha identificado un poste Po procediendo según se indica anteriormente.

C.1 Medida de la anchura del poste con el haz anterior E1-R1i

a) en el instante t1, el poste Po empieza a cortar el haz E1-R1i (figura 10A)

65 b) en el instante t2, el poste deja de cortar el haz E1-R1i (figura 10B)

Entre el instante t_1 y el instante t_2 , la máquina ha recorrido la distancia L a la velocidad V . La anchura del poste Po equivale a $L = (t_2 - t_1) \cdot V$.

C.2 Medida de la anchura del poste con el haz posterior E2-R2i

La anchura del poste se mide de la misma forma que anteriormente con el haz posterior E2-R2i.

D - Medida del vigor de la vegetación (figuras 11A, 11B)

La medida del diámetro de todos los sarmientos a una altura correspondiente a la de las filas verticales de receptores anteriores R11-R1i y posteriores R21-R2i permite deducir el vigor de la vegetación, en virtud de una tabla de correlación.

Se conoce la velocidad de avance V de la máquina y se ha identificado un sarmiento Sa procediendo según se indica anteriormente.

D.1 Medida del diámetro del sarmiento con el haz anterior E1-R1i:

a) en el instante t_1 , el sarmiento Sa empieza a cortar el haz E1-R1i (figura 11A)

b) en el instante t_2 , el sarmiento deja de cortar el haz E1-R1i (figura 11B)

Entre el instante t_1 y el instante t_2 , la máquina ha recorrido una distancia d a velocidad V . El diámetro del sarmiento equivale a $d = (t_2 - t_1) \cdot V$.

D.2 Medida del diámetro del sarmiento con el haz posterior E2-R2i

El diámetro del sarmiento se mide de la misma forma que anteriormente, con el haz posterior E2-R2i.

E - Medida de la posición del cordón con relación a la herramienta de corte inferior 5a del conjunto de corte 14 de la máquina.

E.1 Identificación del cordón (figura 12)

El cordón Co se diferencia de un poste o de un sarmiento en que oculta de manera constante, cuando la máquina avanza, uno o varios haces E3-R31, E3-R32, E3-R33, ...

E.2 Posición del cordón con relación a la herramienta inferior

Se considera que, según una forma de construcción preferente:

- el haz horizontal inferior E3-R31 define la posición de referencia nula;

- el cordón Co se encuentra a medio camino entre el módulo emisor ME y el módulo receptor MR (herramienta de corte centrada en la hilera de vid);

- el módulo emisor ME y el módulo receptor MR son solidarios con el conjunto de corte 14;

- los receptores R31, R32, R33, R3j... están espaciados verticalmente a la misma distancia h .

La posición de la parte alta del cordón la da el haz más alto ocultado (el haz de índice $k = 4$, en el ejemplo ilustrado en la figura 12).

La altura de la parte superior del cordón, con relación al haz de referencia E3-R31 es igual a: $H = (k-1) \cdot h/2$.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de análisis de la estructura de setos de cultivo adaptado a una máquina móvil en desplazamiento continuo en las plantaciones en espaldera tales como viñas, **caracterizado porque** el procedimiento utiliza un sistema de visión artificial (4) que, funcionando a transmisión directa, permite determinar las ocultaciones de luz entre uno o unos emisores de rayos luminosos (E1, E2, E3, ...) y uno o unos receptores de rayos luminosos (R1i, R2i, R3j) colocados frente a frente, a uno y otro lado del seto, y **porque** la información generada por esas ocultaciones de luz es procesada por un sistema electrónico de análisis (7) programado o configurado para examinar los elementos de la estructura del seto, y todo ello tanto de día como de noche.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se obvia la influencia de la luz solar parásita utilizando una luz modulada periódicamente por los emisores, no siendo sensibles los receptores más que a la luz modulada y no a la componente continua de la luz.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** se reduce la importancia de la luz solar parásita escogiendo longitudes de onda de emisión y de recepción para las que la luz solar es relativamente débil, es decir, fuera del espectro visible, esto es, una longitud de onda inferior a 400 nm o superior a 750 nm y, por ejemplo, del orden de 950 nm.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 ó 3, cuyo sistema de visión artificial (4) comprende, por una parte, al menos un emisor anterior (E1) y un emisor posterior (E2) y, por otra parte, al menos un receptor anterior (R11, R12, R13, ...) y un receptor posterior (R21, R22, R23, ...), atendiendo al sentido de avance de la máquina equipada con este sistema de visión, **caracterizado porque** cada emisor anterior (E1) y posterior (E2) emite, alternadamente, por ejemplo durante un tiempo del orden de 500 µs, una luz modulada, a una frecuencia correspondiente a la frecuencia sintonizada de los receptores anteriores (R11, R12, R13, ...) y posteriores (R21, R22, R23, ...), respectivamente.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de medir la velocidad de avance de la máquina y de ajustar la velocidad de giro de las herramientas de dicha máquina, en función de la velocidad de avance medida.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de discriminar los postes del seto.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de detectar la posición del cordón.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de efectuar una medida del vigor de las plantas.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** se dispone el sistema de visión artificial (4) delante del cabezal de trabajo de una máquina llamada a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera.
10. Dispositivo de análisis de la estructura de setos de cultivo, por ejemplo para el equipamiento de máquinas móviles llamadas a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera tales como viña, **caracterizado porque** comprende un sistema de visión artificial (4) que funciona a transmisión directa, constituido a partir de uno o varios emisores de rayos luminosos (E1, E2, E3) y de uno o varios receptores de rayos luminosos (R1i, R2i, R3j), estando organizado este sistema de visión artificial de modo que, cuando va montado sobre una máquina, uno o varios de sus componentes optoelectrónicos pueda(n) quedar dispuesto(s) frente a frente, a uno y otro lado del seto fructífero sobre el que esta última pasa a horcadas, comprendiendo aún dicho dispositivo un sistema electrónico de análisis (7) programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, para visualizar y analizar los elementos del seto, y todo ello tanto de día como de noche.
11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el sistema de visión artificial comprende: - por una parte, un módulo emisor (ME) constituido a partir de al menos un emisor anterior (E1) y de un emisor posterior (E2) y, por otra parte, un módulo receptor (MR) constituido a partir de al menos un receptor anterior (R11, R12, R13, ...) y de un receptor posterior (R21, R22, R23, ...), atendiendo al sentido de avance de la máquina equipada con este sistema de visión, siendo la distancia (e) que media entre el emisor anterior (E1) y el emisor posterior (E2) inferior a la anchura de las postes (Po) de la espaldera del seto fructífero.
12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el módulo receptor (MR) comprende al menos una

fila vertical anterior constituida a partir de varios receptores espaciados (R11, R12, R13, ...) y al menos una fila vertical posterior constituida a partir de varios receptores espaciados (R21, R22, R23, ...), estando proyectado cada emisor anterior (E1) y posterior (E2) para emitir, alternadamente, por ejemplo durante un tiempo del orden de 500 µs, una luz modulada, a una frecuencia correspondiente a la frecuencia sintonizada de las filas verticales de receptores anteriores (R11, R12, R13, ...) y posteriores (R21, R22, R23, ...), respectivamente.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 ó 12, **caracterizado porque** el módulo receptor (MR) comprende una tercera fila vertical de receptores (R31, R32, R33, ...) cuyo receptor inferior (R31) se encuentra ubicado inferiormente en dicho módulo receptor (MR) y **porque** el módulo emisor (ME) incorpora, inferiormente, un emisor (E3) proyectado para emitir, por ejemplo cada 500 µs, una luz a una frecuencia correspondiente a la frecuencia sintonizada de los receptores (R31, R32, R33, ...) de dicha tercera fila.

14. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de medir la velocidad de avance de la máquina.

15. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de discriminar los postes del seto.

16. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de detectar la posición del cordón.

17. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis está programado o configurado para procesar la información generada por las ocultaciones de luz, con el fin de efectuar una medida del vigor de las plantas.

18. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, **caracterizado porque** los módulos emisor (ME) y receptor (MR) del sistema de visión artificial (4) van fijados sobre el bastidor (3-3a) de la máquina, con el concurso de medios que permiten una regulación de su posición, principalmente en altura, con relación a dicho bastidor.

19. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, aplicable en las máquinas de prepoda, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis (7) se halla conectado al electrodistribuidor (9) de mando del cilindro (6) que se encarga del distanciamiento y del acercamiento de los elementos de poda (5) del cabezal de corte de dichas máquinas.

20. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19, para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 5, aplicable en las máquinas de prepoda, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis (7) se halla conectado a la válvula de regulación de caudal (11) del circuito hidráulico de alimentación de los motores hidráulicos (12) que se encarga del arrastre giratorio de las herramientas de corte rotatorias (5), cuya velocidad de giro es indicada a dicho sistema electrónico de análisis (7) por un sensor de giro (13) asignado a la medida de esta velocidad, lo cual permite efectuar un servocontrol de bucle cerrado con el sistema electrónico de análisis, con el fin de regular la velocidad de giro de dichas herramientas (5) en función de la velocidad de avance de la máquina (2).

21. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 20, para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 7, aplicable en las máquinas de prepoda, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis (7) se halla conectado a un electrodistribuidor (16) de mando de un cilindro (17) que se encarga de los movimientos verticales de los conjuntos de poda (14) de dichas máquinas.

22. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 21, para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el sistema electrónico de análisis (7) se halla conectado a un ordenador capaz de gestionar los datos que permiten la determinación del vigor de las plantas.

23. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 22, **caracterizado porque** el sistema de visión artificial (4) va montado delante del cabezal de trabajo (1) de una máquina llamada a trabajar en continuo en las plantaciones en espaldera.

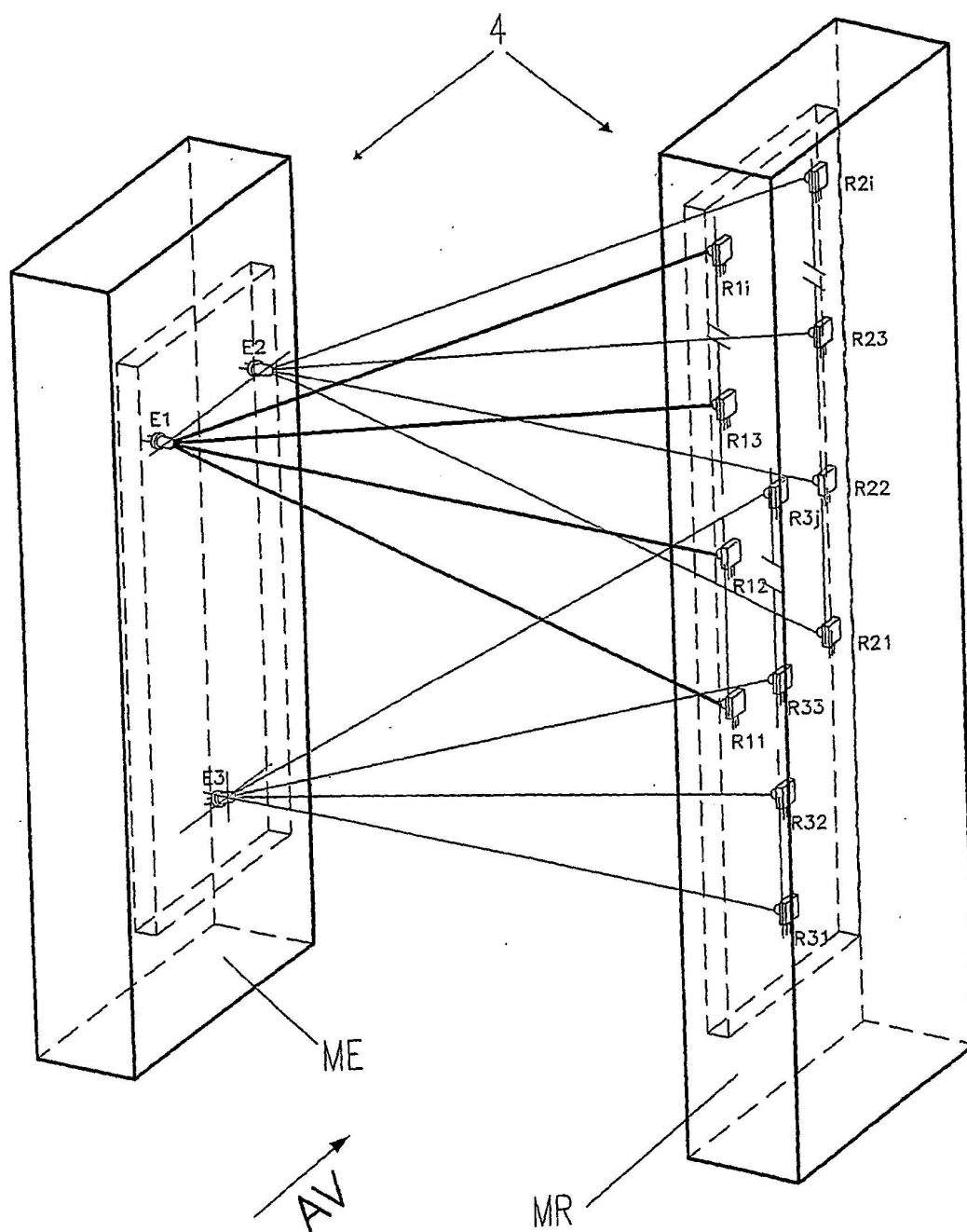
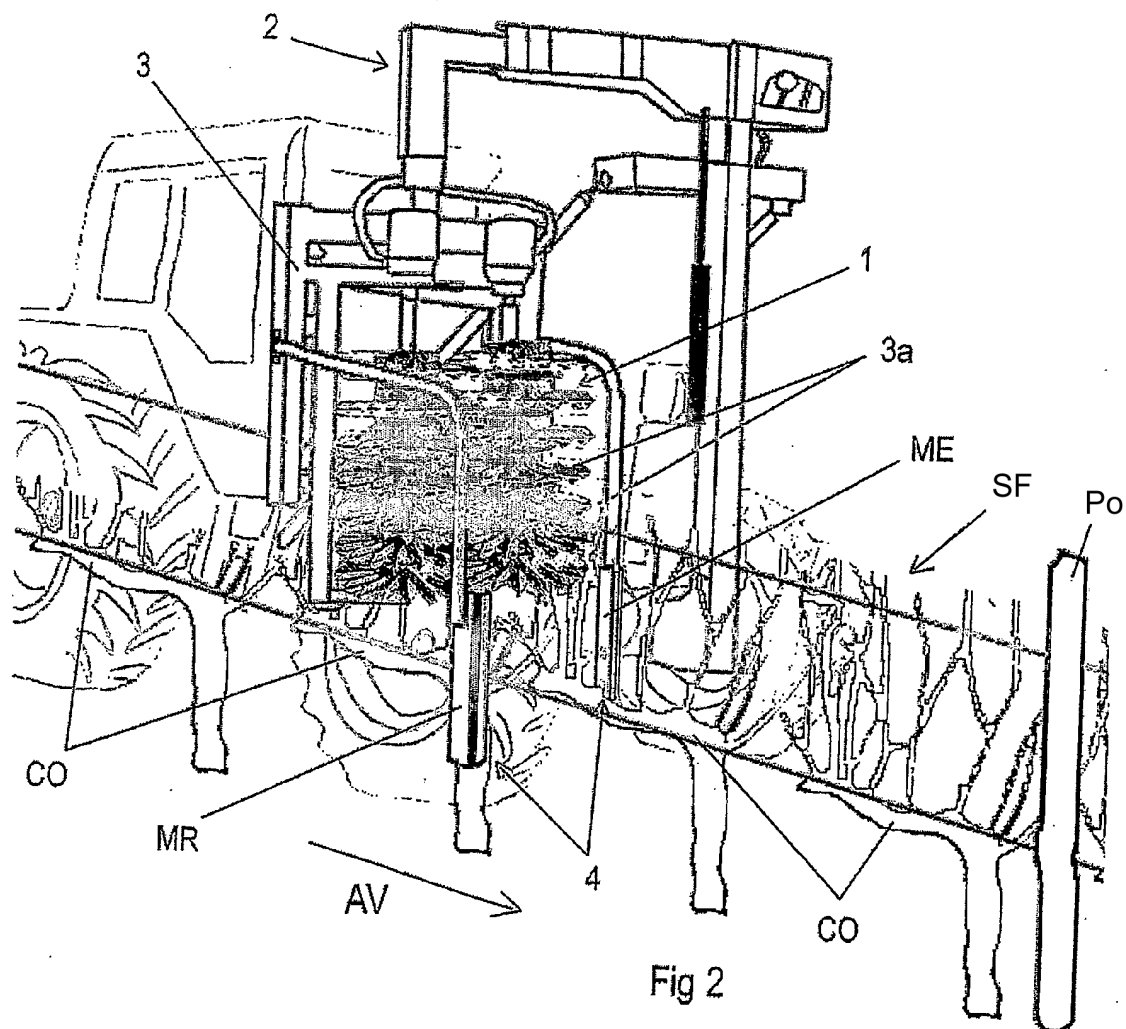


Fig. 1



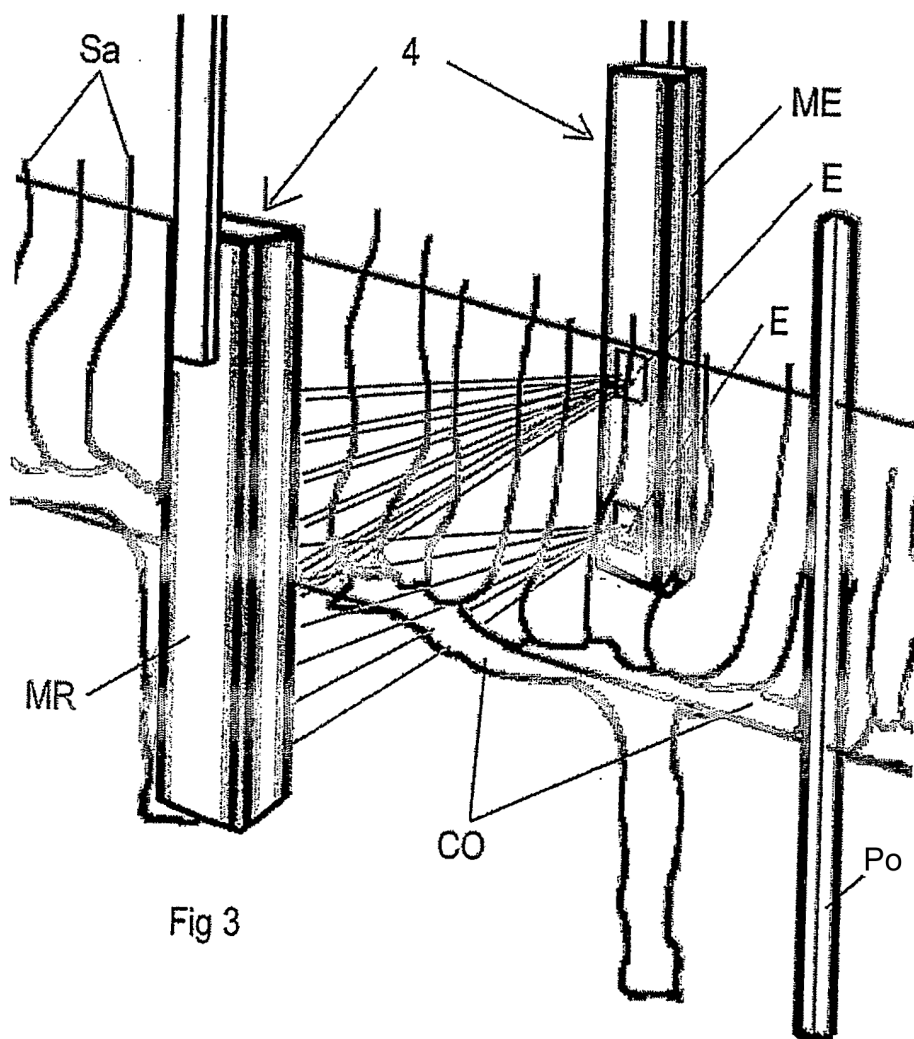


Fig. 4

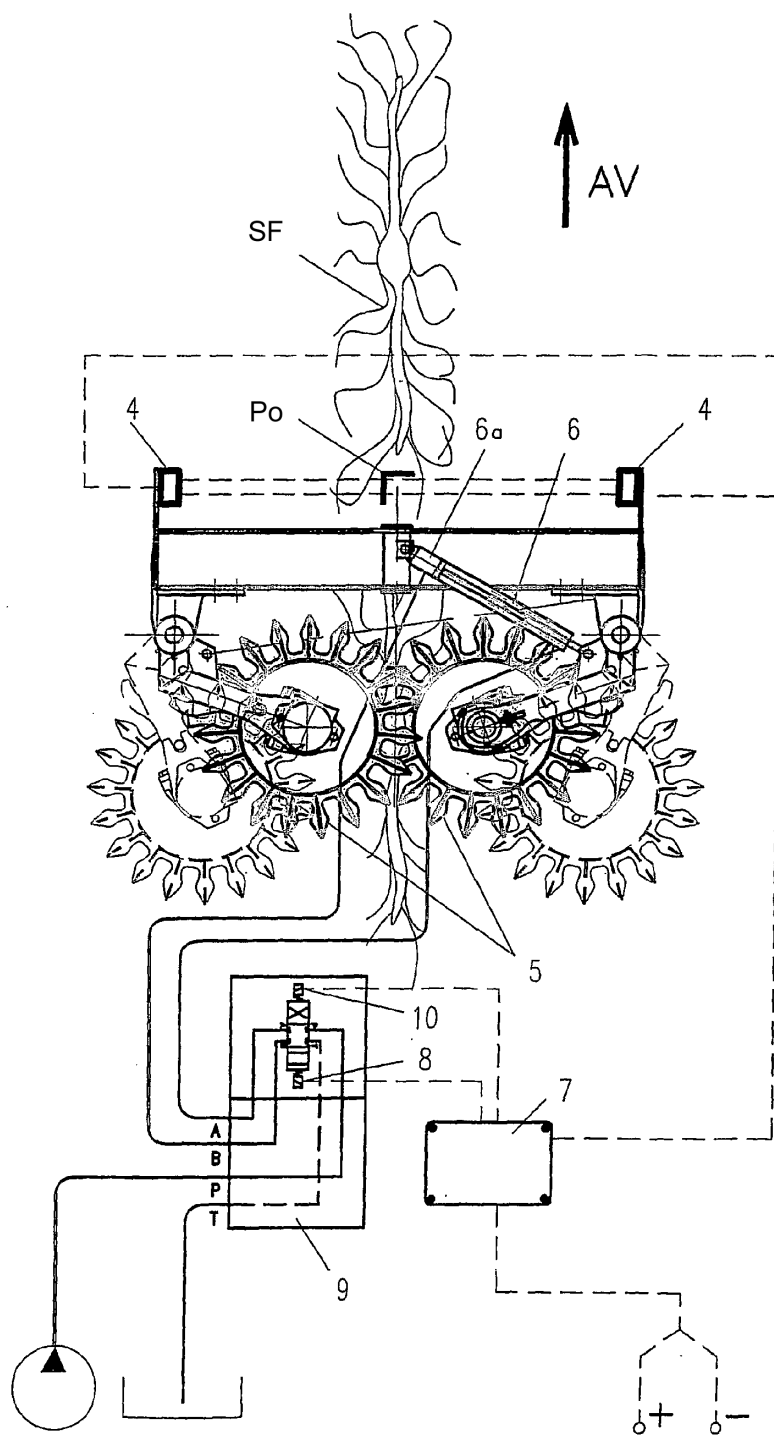
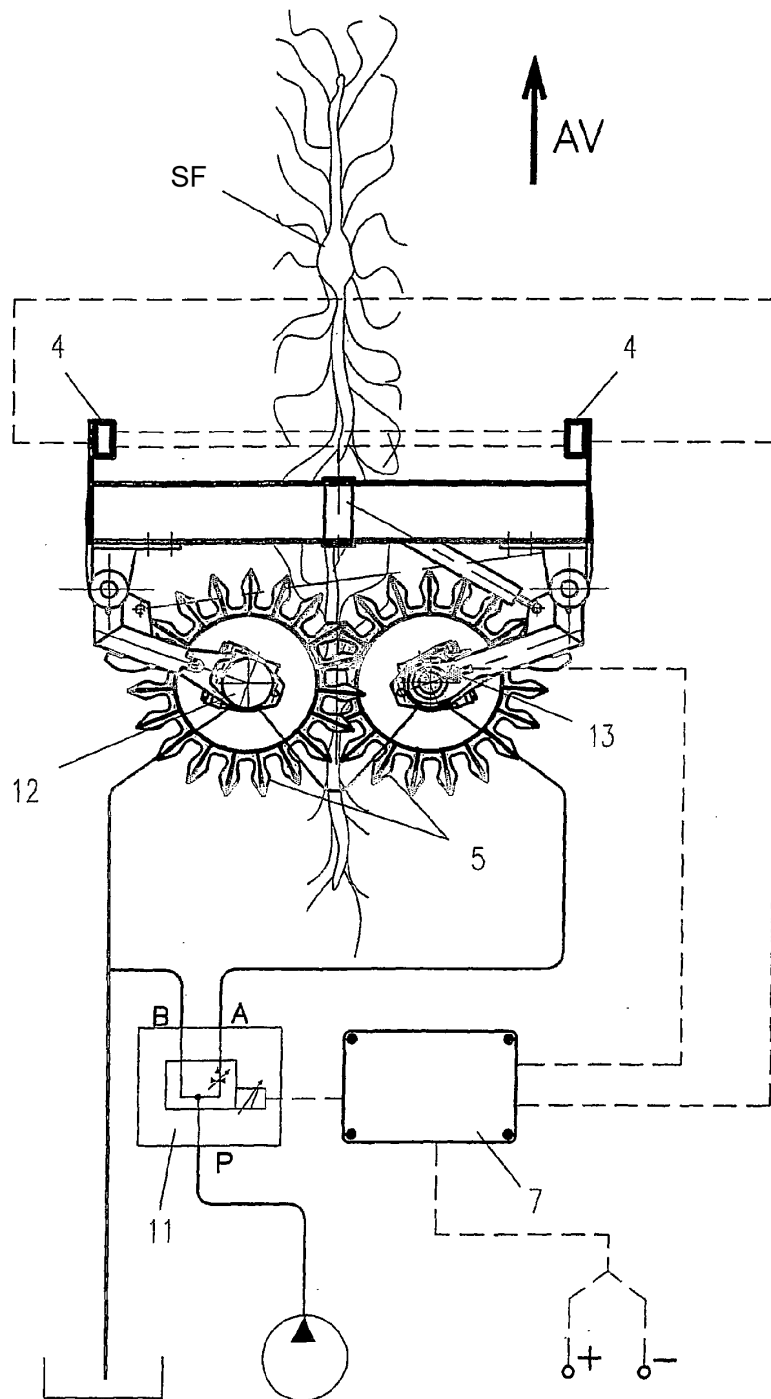


Fig. 5



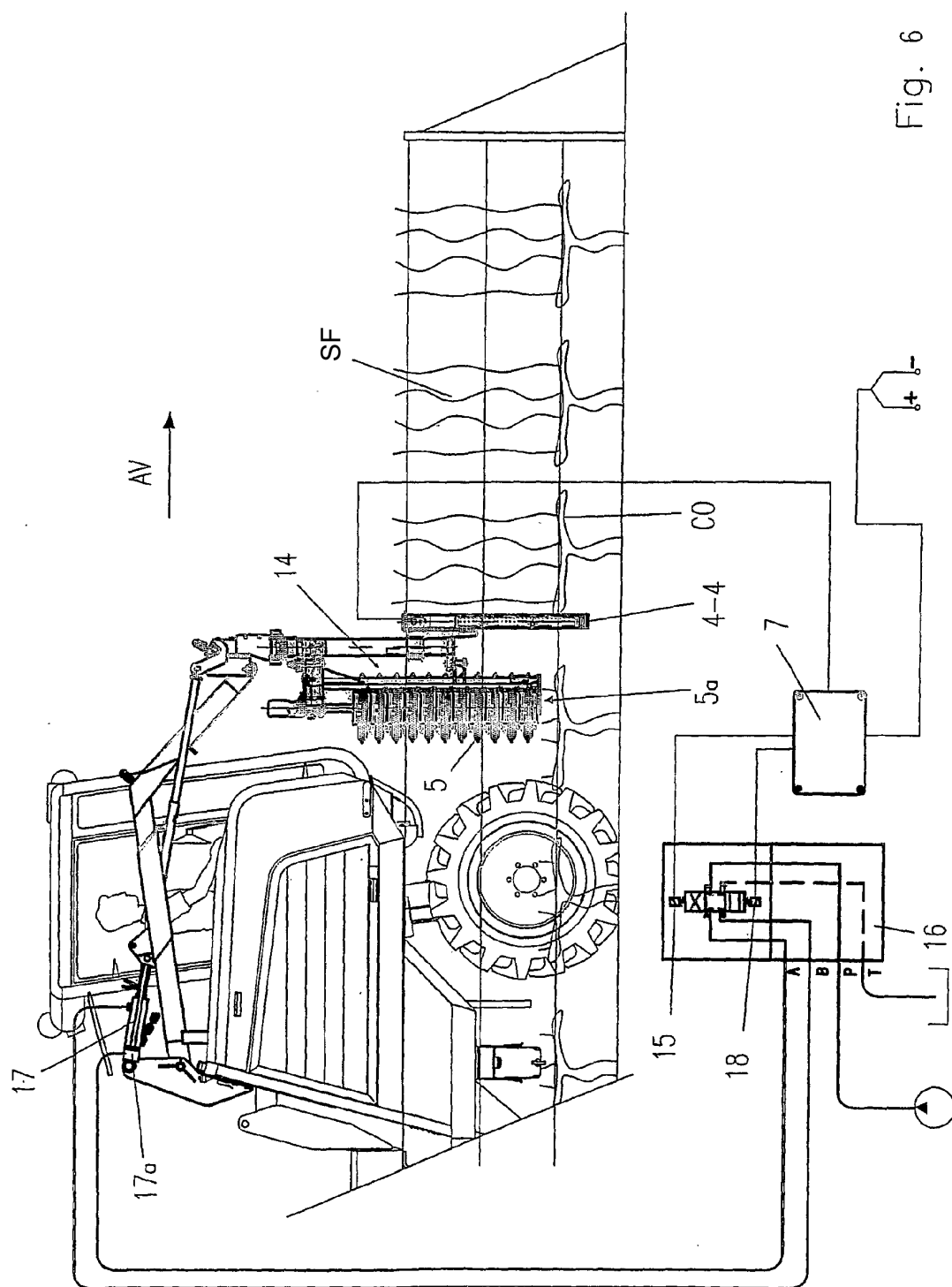


Fig. 6

Fig. 7A

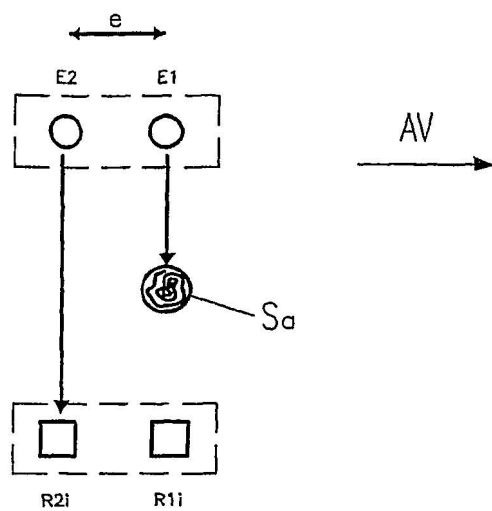


Fig. 7B

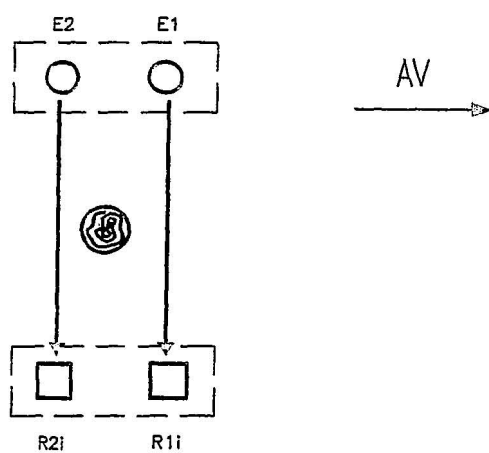


Fig. 7C

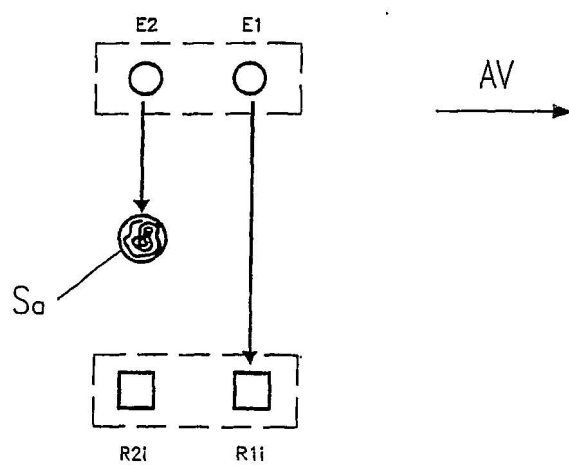


Fig. 8A

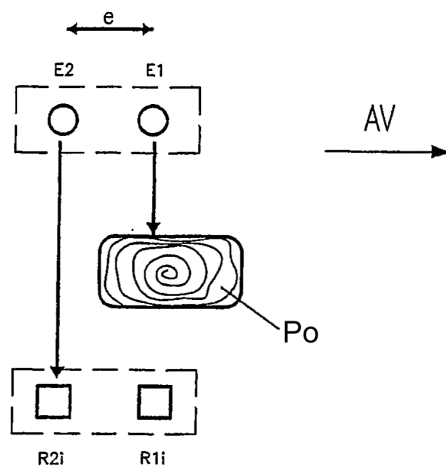


Fig. 8B

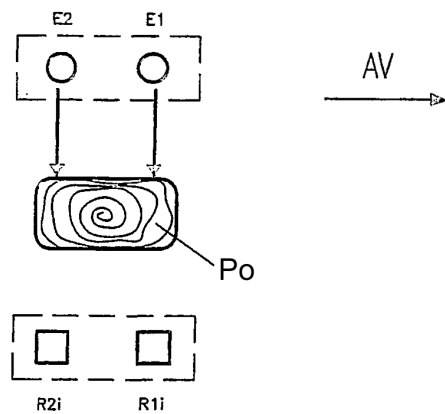


Fig. 8C

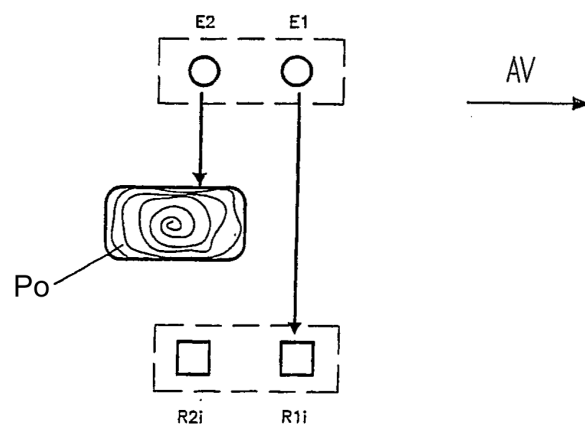


Fig. 9A

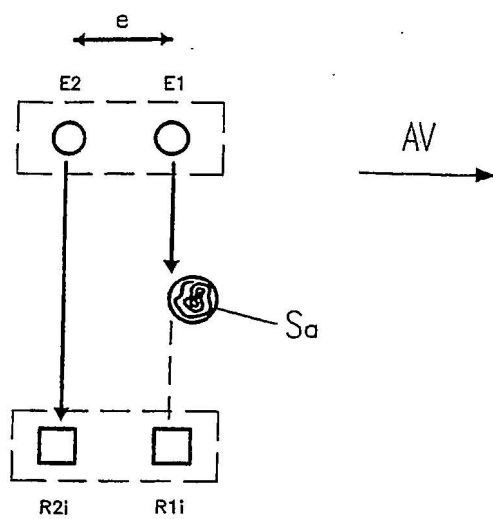


Fig. 9B

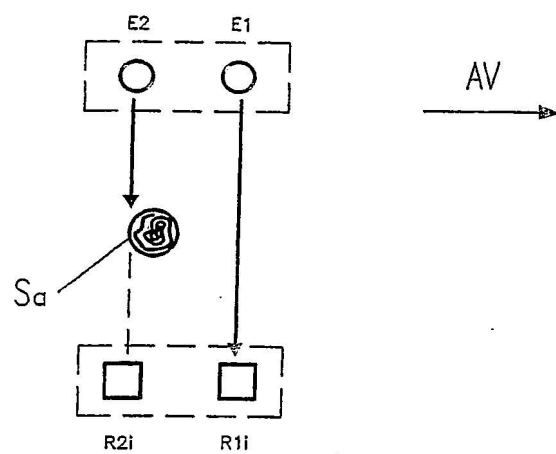


Fig. 10A

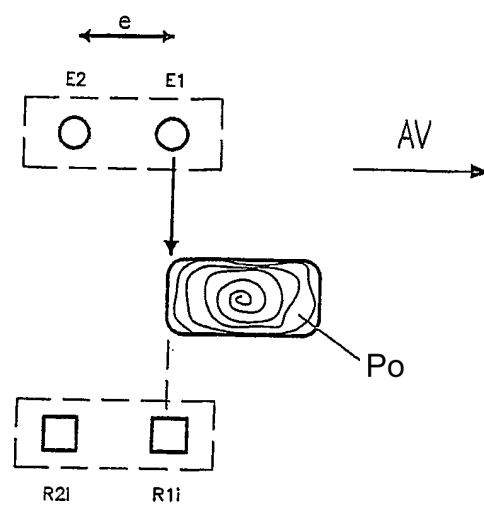


Fig. 10B

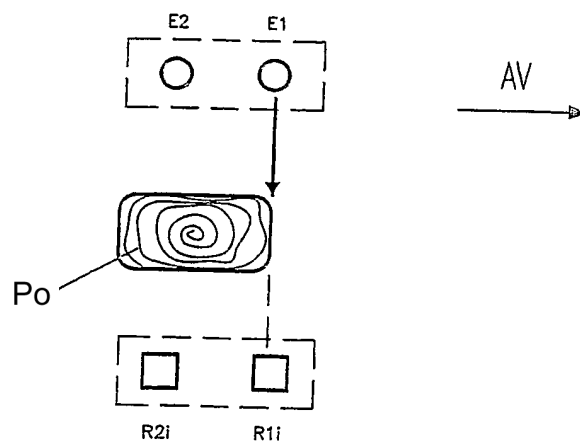


Fig. 11A

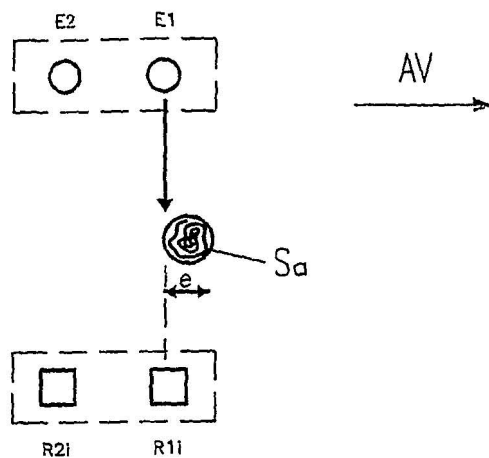


Fig. 11B

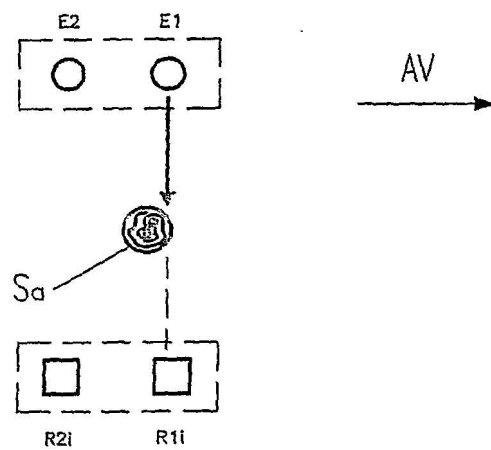


Fig. 12

