

# POLARIMETRO LASERPOL 3M PARA LA AUTOMATIZACION DE LOS LABORATORIOS DE LOS CENTRALES AZUCAREROS

V. Fajer, W. Pineda, W. Mora, H. Fernández, N. Duarte, J.C. López, J. Chao y R. Paredes  
Centro de Desarrollo de Equipos e Instrumentos Científicos (CEDEIC), Cuba

## RESUMEN

Se describe el principio de funcionamiento y características técnicas del polarímetro automático LASERPOL 3M. Este instrumento emplea como fuente luminosa un láser de He-Ne y trabaja sobre la base de un principio magneto-óptico de medición que utiliza reflexiones múltiples tanto en la celda de Faraday compensadora como en la moduladora. Lo anteriormente expuesto aporta ventajas significativas en cuanto al intervalo de medición del instrumento así como su comportamiento ante la absorción en presencia de muestras oscuras. Tiene incorporado un termómetro electrónico para correcciones de temperatura en soluciones de azúcar. Cuenta con salida tanto para impresora como para RS 232.

## ABSTRACT

It is described the operation principle and technical characteristics of the LASERPOL 3M automatic polarimeter. This instrument employs a He-Ne laser as light source and operates based in a magneto-optic principle using multiple reflection in both the modulator and the compensator Faraday cell. This fact largely improves the measurement range and the absorption response with dark solutions of the instrument. The polarimeter incorporates an electronic thermometer for temperature corrections in sugar solutions. It has printer and RS-232 outputs.

## INTRODUCCION

Los polarímetros automáticos constituyen instrumentos analíticos que tienen un uso difundido en los laboratorios azucareros. En la actualidad estos han ampliado su campo de aplicación al aumentar la precisión, confiabilidad y sensibilidad con relación a los polarímetros visuales [1], [2], [3].

La introducción del láser como fuente luminosa en los polarímetros de la serie LASERPOL, garantiza una alta monocromaticidad, una elevada intensidad luminosa, mayor transparencia de las soluciones a esta longitud de onda y un tiempo de vida superior a las 20 000 h.

El LASERPOL 3M está especialmente concebido para su aplicación en la industria azucarera al cumplir con las recomendaciones de la ICUMSA (Comisión Internacional para la Uniformidad de los Métodos de Análisis Azucareros). La posibilidad de salida RS 232 unido a un software diseñado al efecto, permite la salida de los datos a través del display de una computadora y por tanto ofrece un elevado nivel de automatización de las mediciones.

## DESCRIPCION DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL INSTRUMENTO

El LASERPOL 3M está proyectado sobre la base de un principio magneto-óptico de medición concebido por los autores [4]. Los objetivos del principio de medición concebido son los siguientes: lograr un intervalo mayor de medición mediante el aumento del ángulo girado por la bobina compensadora, poder utilizar el tubo de 200 mm para la solución normal de azúcar, utilizar las placas de cuarzo convencionales y obtener correcciones por temperatura para placas de cuarzo de control y soluciones técnicas de azúcar, así como disponer de 3 escalas de medición y varias funciones de corrección.

La Figura 1 representa el esquema en bloques del principio concebido. El mismo está constituido por un láser de He-Ne de 2 mW como fuente de luz 1, una lámina polarizadora 2, una celda compensadora 3 en cuyo núcleo tienen lugar reflexiones múltiples, una cámara de muestras 4, una celda de Faraday 5 trabajando como modulador, una lámina analizadora 6, un fotosensor 7 constituido

por un fotomultiplicador del tipo 931A, un amplificador de ganancia controlada 8, un sistema de filtros 9, un detector de fase 10 que es para determinar el instante en que se produce la compensación, un circuito de muestreo y retención 11 que sensa la caída de voltaje en la resistencia 19 y un conversor análogo-digital 12 de 14 bits, [4].

El instrumento funciona de la manera siguiente: las láminas polarizadoras 2 y 6 se encuentran giradas una con respecto a la otra 90°. Al colocar una sustancia ópticamente activa en la cámara de muestra 4, aparece una señal que contiene la frecuencia fundamental, (siendo esta la correspondiente al oscilador 15) y un armónico del doble de la frecuencia

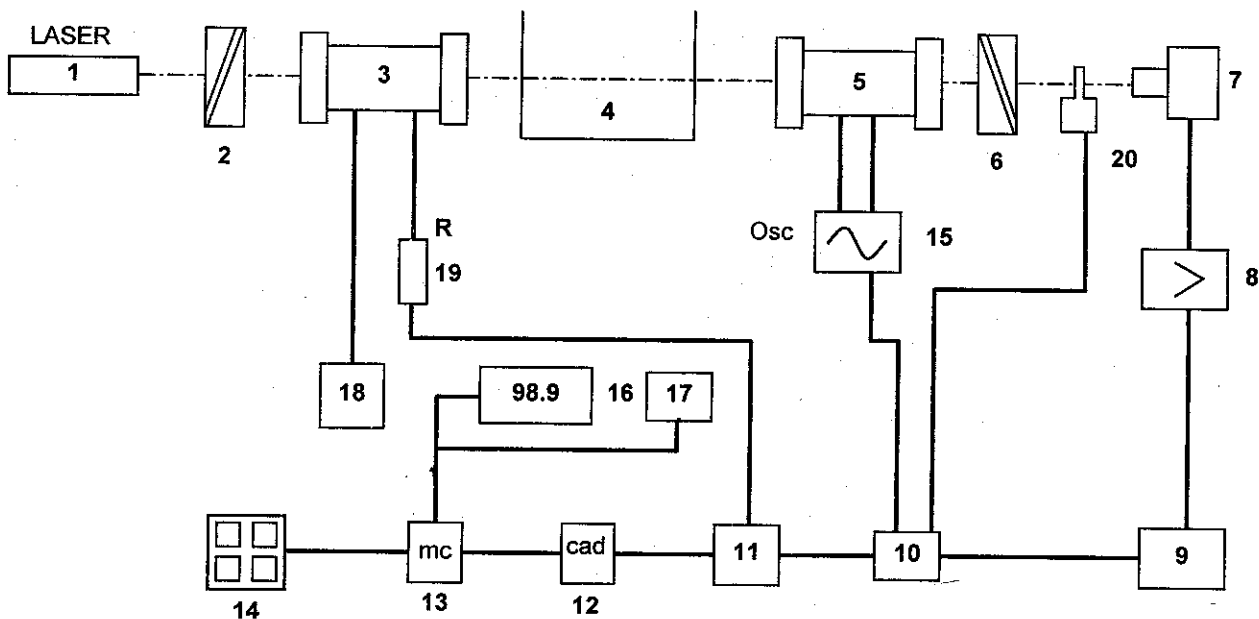


Figura 1. Esquemas en bloques del principio de trabajo.

El sistema dispone además, de una microcomputadora 13 a partir del microprocesador Z80, un teclado 14 para el control y entrada de datos al sistema, un oscilador con amplificador de potencia 15 que alimenta la celda moduladora y como salidas una pantalla visualizada de 4½ dígitos 16 y un impresor 17. Cuenta también el equipo con una fuente de corriente 18 y una resistencia 19 donde se mide la caída de voltaje que es proporcional al giro producido por la celda compensadora. Adicionalmente el instrumento dispone del dispositivo 20 que incluye 2 placas de cuarzo de un valor aproximado de -40 °Z cada una, el cual permite cubrir todo el intervalo de medición, disminuyendo apreciablemente la potencia de la celda compensadora.

La fuente de corriente 18 suministra pulsos de corriente en forma de rampas con descansos entre pulsos como se muestra en la Figura 2. Este sistema presenta la ventaja de evitar el calentamiento indeseable del núcleo de la celda Faraday 3 lo cual facilita el empleo de celdas compensadoras de tamaño reducido.

fundamental a la salida del fotosensor 7; el filtro 9 sólo deja pasar la señal con la frecuencia fundamental, que tiene una amplitud de cero cuando se compensa el desbalance provocado por la muestra que se mide y tiene una amplitud diferente de 0 mientras exista descompensación.

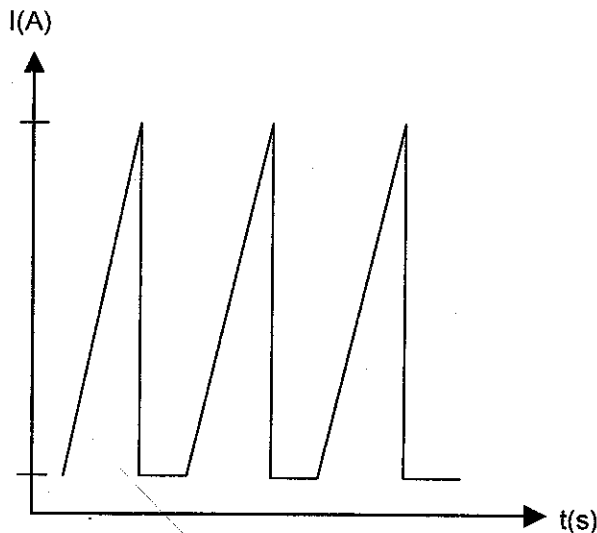


Figura 2. Rampa de corriente

por un fotomultiplicador del tipo 931A, un amplificador de ganancia controlada 8, un sistema de filtros 9, un detector de fase 10 que es para determinar el instante en que se produce la compensación, un circuito de muestreo y retención 11 que sensa la caída de voltaje en la resistencia 19 y un conversor análogo-digital 12 de 14 bits, [4].

El instrumento funciona de la manera siguiente: las láminas polarizadoras 2 y 6 se encuentran giradas una con respecto a la otra 90°. Al colocar una sustancia ópticamente activa en la cámara de muestra 4, aparece una señal que contiene la frecuencia fundamental, (siendo esta la correspondiente al oscilador 15) y un armónico del doble de la frecuencia

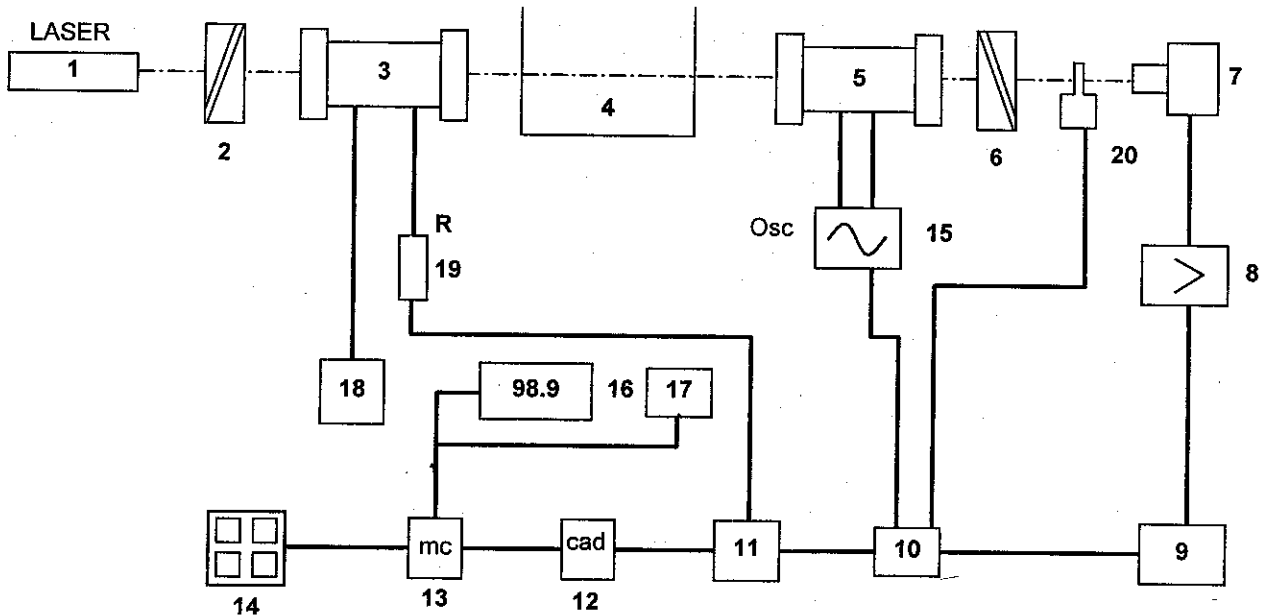


Figura 1. Esquemas en bloques del principio de trabajo.

El sistema dispone además, de una microcomputadora 13 a partir del microprocesador Z80, un teclado 14 para el control y entrada de datos al sistema, un oscilador con amplificador de potencia 15 que alimenta la celda moduladora y como salidas una pantalla visualizada de 4½ dígitos 16 y un impresor 17. Cuenta también el equipo con una fuente de corriente 18 y una resistencia 19 donde se mide la caída de voltaje que es proporcional al giro producido por la celda compensadora. Adicionalmente el instrumento dispone del dispositivo 20 que incluye 2 placas de cuarzo de un valor aproximado de -40 °Z cada una, el cual permite cubrir todo el intervalo de medición, disminuyendo apreciablemente la potencia de la celda compensadora.

La fuente de corriente 18 suministra pulsos de corriente en forma de rampas con descansos entre pulsos como se muestra en la Figura 2. Este sistema presenta la ventaja de evitar el calentamiento indeseable del núcleo de la celda Faraday 3 lo cual facilita el empleo de celdas compensadoras de tamaño reducido.

fundamental a la salida del fotosensor 7; el filtro 9 sólo deja pasar la señal con la frecuencia fundamental, que tiene una amplitud de cero cuando se compensa el desbalance provocado por la muestra que se mide y tiene una amplitud diferente de 0 mientras exista descompensación.

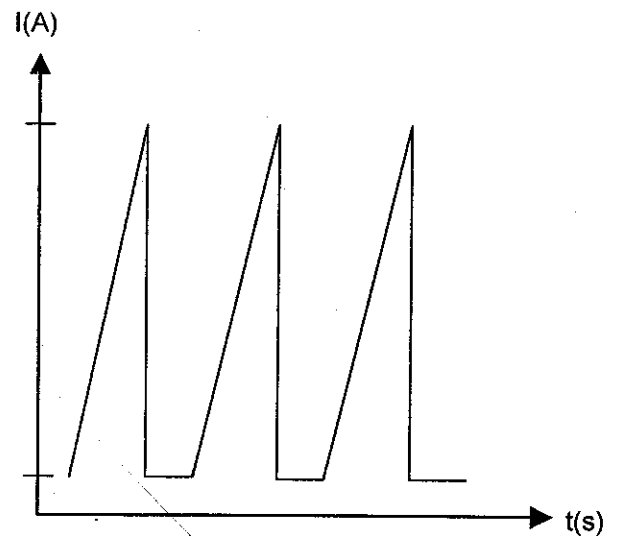
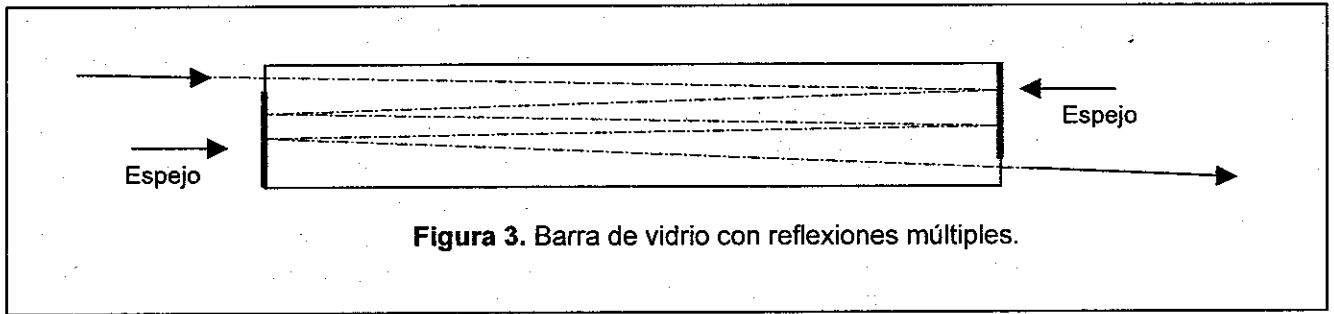


Figura 2. Rampa de corriente

Al dar inicio a una medición en el equipo, la fuente de corriente 18 genera pulsos de corriente como se muestran en la Figura 2 debido a los cuales se

Todas las operaciones del instrumento se ejecutan mediante 4 teclas ubicadas en el panel frontal del instrumento.



produce la compensación. La compensación es detectada por el circuito 10, quien comanda al sistema de muestreo y retención 11, el cual sensa la caída de voltaje en la resistencia 19 y la transfiere al conversor análogo digital 12. El valor de la polarización medida es proporcional a la corriente sensada en la bobina compensadora 3. Debido al empleo combinado de reflexiones múltiples dentro de la bobina, Figura 3, y de su alimentación mediante pulsos de corriente, se alcanzan giros mayores de 31°.

La incorporación de una microcomputadora permite la introducción de correcciones por temperatura, tanto para las placas de cuarzo de control como para las soluciones técnicas de azúcar.

### APLICACIONES

El polarímetro LASERPOL 3M es un polarímetro de uso universal que puede ser empleado en la industria azucarera, farmacéutica, alimentaria, de perfumería o en cualquier laboratorio donde se miden concentraciones de sustancias ópticamente activas. Su destino principal es la industria azucarera donde se utiliza para la evaluación de materia prima, en el control del proceso de producción así como en el control de calidad de los productos finales.

Entre las mediciones de materia prima se encuentran las correspondiente a semilla y jugos, las del proceso incluyen mediciones de jugos, mieles intermedias y agua de zanja y las relacionadas al

### CARACTERISTICAS TECNICAS

A continuación se presentan las características técnicas principales del LASERPOL 3M.

Fuente de luz	láser de He-Ne
Potencia del láser	2 mW
Longitud de onda nominal	632,8 nm
Longitud máxima del tubo polarimétrico	200 mm
Escala en grados sacarimétricos	de -20,0 °Z a + 105,0 °Z
Escala en grados	de -6,00° a 32,00°
Escala de concentración de glucosa	de 0 a 100 %
Tiempo de medición	menor que 13 s
Precisión	± 0,1 °Z; ± 0,03°
Salidas	Pantalla visualizada, impresora, RS232
Intervalo de temperatura de operación	de 10°C a 25°C
Humedad relativa	hasta 90 %
Voltaje de alimentación	220 V/110 V ±10 %
Consumo de potencia	180 VA
Dimensiones	615 x 420 x 155 mm
Peso	23 kg

control de calidad corresponden a los azúcares y mieles finales.

La salida RS 232 del instrumento permite su acoplamiento con una computadora; empleando el programa POLAR [5] se puede elaborar informes parciales y totales que incluyen promedios de los valores obtenidos para cada producto. Esta posibilidad facilita el proceso de automatización de las mediciones en los centrales azucareros y el rápido paso de las mediciones a la sala de control.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa contribución de la técnica Raquel Blanco en la edición de este documento.

#### CONCLUSIONES

El polarímetro LASERPOL 3M tiene su antecedente en su prototipo funcional LASERPOL 3 que fue certificado metrológicamente por el INIMET. Se produjo una serie 0 de estos instrumentos que todos fueron verificados igualmente por el INIMET otorgándose la condición de apto para el uso. Posteriormente dos de estos instrumentos fueron validados en dos zafras en centrales azucareros y el resto introducidos en importantes fábricas de azúcar. Lo anteriormente expuesto corrobora la validez del principio de medición escogido.

#### REFERENCIAS

1. FAJER, V. (1996): "Laser polarimeters: Overview of recent developments, design and applications". *Journal of Laser Applications*, 8:43-53.
2. ROSENZWEIG, Z. y E. YEUNG (1993): "Laser based double-beam circular dichroism detector of liquid chromatography". *Appl. Spectrosc.*, 47(12): 2017-21.
3. YEUNG, E., (1988): "Polarization Spectroscopy in analytical measurements". AIP Conf. Proc, Volume Date 1987, 172 (Adv. Laser Sci.-3):764-9.
4. FAJER, V. y otros (1995): "Polarímetro fotoeléctrico automático con microcomputadora G01N 21/21", No. 22401. CU 22 401 A1.
5. PEREZ, A. (1997): Software para la comunicación microcomputadora y LASERPOL 3M para la automatización de los centrales. Memorias Tecnoláser'97.