Pre-alineación de los Paneles del GTM por Láser

Un Estudio Preliminar

INAOE REPORTE TECNICO #241

19 Abril 2005

David M. Gale
Coordinación de Optica

Pre-alineación de los Paneles del GTM por Láser

Un Estudio Preliminar

CONTENIDO

1. Resumen
2. Medición absoluta de distancia con un láser
3. Requisitos de un medidor de distancia láser para el GTM
4. Medidores comerciales
5. Características del blanco
6. Elección de un instrumento
7. Apunteo del instrumento
8. Montaje del instrumento
9. Metodología para el ajuste de los paneles del GTM
10. Gasto de inversión
11. Trabajo preparatorio para la pre-alineación de los paneles del GTM
12. Conclusiones

Apendice

1. Resumen

Este reporte discute la factibilidad de realizar un primero ajuste de los paneles del primario del Gran Telescopio Milimetrico (GTM) con un medidor de distancia láser comercial. El medidor se ubicara cerca al espejo secundario para tener vista clara sobre todo el reflector primario. La pre-alineación se llevara a cabo despues de colocar los segmentos en su posición en el "backstructure", pero antes del ajuste final usando holografía. En el reporte se considera los parámetros críticos para esta aplicación, y se discute el equipo requerido y sus costos. Se presenta una posible metodología basado en la información disponible. Tambien se plantea el trabajo preparatorio necesario para implimentar este proceso de medición.

2. Medición absoluta de distancia con un láser

Para medir distancias absolutas con un haz óptico (es decir no relativas, como es el caso de los interferómetros) en el rango de decenas de metros, hay dos metodos prácticos:

1. Tiempo de vuelo ("Time of flight", TOF)

Se mide el tiempo de recorrido de pulsos de luz láser entre el fuente y un detector, montados juntos, despues de su reflexión del blanco. Se puede tomar en cuenta un solo vuelo, o mas que un vuelo con reflexiones multiples del blanco. La precisión depende de la unidad minima de tiempo que se puede medir con el sistema elecrónica.

2. Medición de fase ("Phase shift", PS)

Se modula la intensidad del láser (tipicamente de manera senosoidal) con el tiempo. La electrónica mide la fase de esta modulación para la luz emitida del láser y la compara con la fase del haz que regresa al detector despues de reflejarse del blanco.

Ambos metodos estan utilizados en algunos instrumentos comerciales, los cuales se discute a continuación.

3. Requisitos de un medidor de distancia láser para el GTM

La figura 1 muestra la geometría de los espejos primario y secundario del GTM. Para lograr una vista clara de toda la superficie del primario, sin tener angulos de incidencia muy grandes, un medidor de distancia tendra que ubicarse cerca al reflector secundario. Representamos en la figura, las dos extremas de ubicación del "blanco"; una esquina interna de un panel del anillo 1, indicada **A**, y una esquina exterior de un panel del anillo 5, indicada **B**. Encontramos las siguientes características para estas posiciones extremas:

Blanco en posición **A**:	Distancia 17.5M	Angulo de incidencia -4°
Blanco en posición **B**:	Distancia 25M	Angulo de incidencia +35°

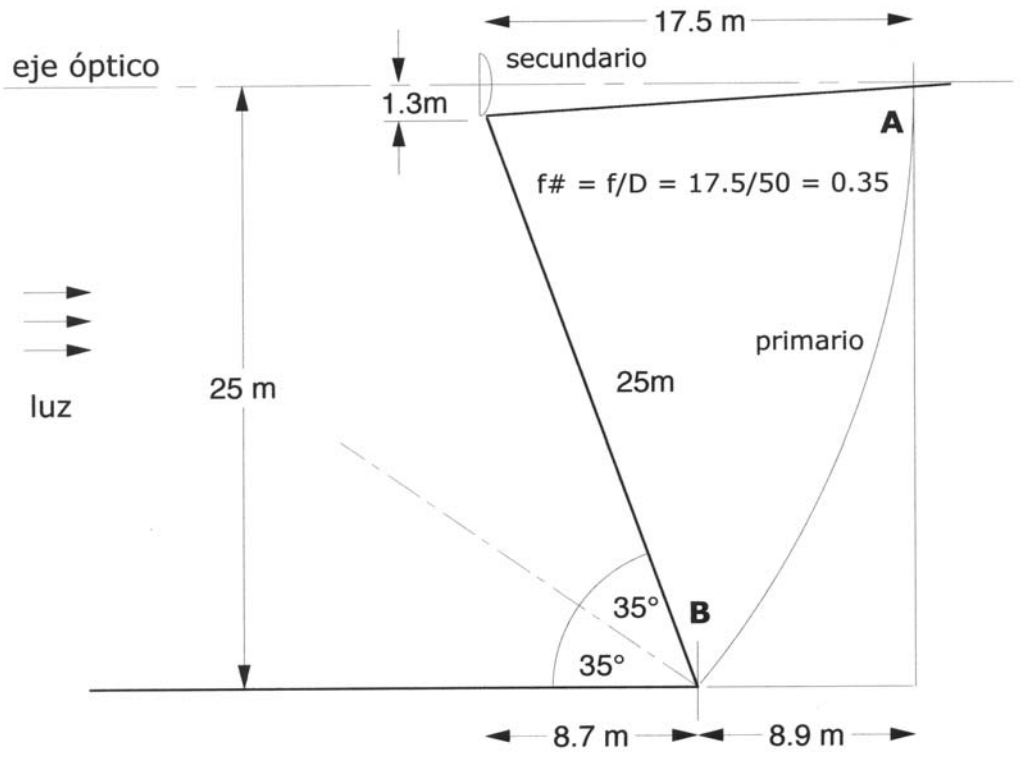


Figura 1. geometría del GTM para pre-alineación

En adición a las características geométricas de las mediciones, hay que considerar las caracteristicas de la superficie reflectora. Aunque la versión final del panel no esta definida, suponemos que llevara tratamiento o pintura para lograr un acabado difuso para luz visible. Esto es importante porque los medidores de distancia usan laseres con longitud de onda adentro o cerca a la banda visible.

Las caracteristicos del sitio donde se realizara las mediciones tambien es importante. Datos de la temperatura en el sitio del GTM estan resumidos en el Reporte Técnico RTO 548 (E. Carrasco et al, 2003), donde se menciona que la temperatura mediana del dia es de 2°C y de noche es 0.3°C. Esta variación de temperatura influira en la precisión de las mediciones. Ademas la baja temperatura puede influir en el funcionamiento del instrumento. La altura del sitio puede tener relevancia si el mededor cuenta con componentes sensibles a variaciones en la presión atmosférica. El mismo reporte técnico cita un valor mediano de 590.3 mbar.

Finalmente hay que considerar la precisión minima para que el proceso de pre-alineación tendra utilidad, recordando que la alineación final contempla el uso de un sistema holográfica. En este reporte consideramos que lo ideal seria ±1mm, pero aceptaremos hasta ±2.5mm. La tolerancia inicial de ubicación de los paneles sobre la estructura de soporte esta desconocida, pero un valor de hasta ±10mm no parece imposible dada la complejidad del proceso de montaje del backstructure y los paneles.

La tabla 1 resume los requisitos para el medidor de distancia aplicado al GTM.

Parámetro	*valor o rango*
Distancia de medición	17 M - 25 M
Angulo de incidencia	0° - 35°
Acabado de la superficie	difuso
Temperatura de operación	2° C, ±5°C
Altura de operación	4500 MSNM
Precisión minima	± 2.5mm

Tabla 1. Parámetros requeridos para un medidor de distancia

4. Medidores comerciales

Se realizo una busceda por internet para encontrar instrumentos comerciales que cumplen con los requisitos de distancia y precisión descutidos en §3. Se encontro seis fabricantes cuyos diversos productos funcionan a una distancia aceptable, y con un error de medición (precisión) adentro o ligeramente afuera del minimo requerido. Se presenta los fabricantes, modelos y caracteristicas principales en la tabla 2.

marca y modelo	*tipo (§1)*	*distancia (Metros)*	*error (mm)*	*reflector especial (ve §5)*
Moduloc LT2000	TOF	50 natural	± 3	"white" difuso (hasta 100M)
Banner LT3	TOF	50	± 3	necesario para angulo de 35°
Banner LT7	TOF	?	± 2	necesario para angulo de 35°
Delta DILAS FT	TOF	25 natural	± 2	opcional (hasta 50M)
TR Electronic LE-100	PS	100	± 2	-
TEM Phas-100	PS	50 natural	± 3	no necesario para angulo de 35°
TEM Phas-100-50	PS	30 natural	± 1	no necesario para angulo de 35°
Loke LMC-J-0040-1	PS	30 natural	± 2	no necesario para angulo de 35°

Tabla 2. Instrumentos comerciales con especificaciones adecuadas

5. Características del blanco

Como se puede ver en la tabla 2, algunos de los instrumentos requieren un reflector especial para funcionar. Esto ocurre cuando el blanco no refleja suficiente luz al detector para obtener un señal adecuado, como en el caso de superficies negras, o

para distancias mayores del rango nominal del instrumento. Tipicamente el reflector especial toma forma de cinta adesiva que se aplica al blanco, y presenta un patron de retroreflectores para aumentar la reflectancia. La aplicación de cinta retroreflectora a las esquinas de los sub-paneles del GTM es factible, pero no muy deseable debido a la necesidad de remover esta cinta despues de la alineación. Tambien se puede contemplar la inclusión de una superficie retroreflectora en el proceso de fabricación de los paneles. Sin embargo, los instrumentos con mayor rango de operación tienen mejor probabilidad de funcionar sin el uso del reflector especial. En particular, los instrumentos tipo PS, segun conversaciones con sus fabricantes, pueden trabajar con angulos de incidencia de 35° sin reflector especial, lo que presenta una opción muy atractiva.

6. Elección de un instrumento

Como se menciono en §5, el uso de un medidor que no requiere la modificación del panel ni la colocación de blancos especiales presenta la mejor opción para el proceso de pre-alineación. Estos instrumentos son de tipo PS, o medición de fase. se recomienda los instrumentos con una precisión de ±2mm o mejor, quedandose con las siguientes opciones tomados de la tabla 2:

modelo	*fabricante*	*error mm*	*costo en USD*
Phas-100-50	TEM-Technologie	± 1	$2930
LMC-J-0040-1	Loke Engineering	± 2	$1213

Tabla 3. Propuestas de medidores de distancia para el GTM

Ambos instrumentos utilizan el interface digital RS232/RS422 para conexión del instrumento a una computadora. Los dos modelos pueden trabajar a las temperaturas encontradas en el sitio del telescopio, y no tendran problemas por la presión atmosférica reducida.

Hojas técnicas de estos medidores y una tarjeta interface RS232 estan incluidas en el apendice.

7. Apunteo del instrumento

El haz óptico de los instrumentos tipo PS tiene una divergencia de 0.6 mrad, lo que implica un diametro de 6 - 15 mm sobre un blanco ubicado entre 17 y 15m del instrumento (el valor preciso depende en el diametro del haz emergente del sistema y la posición de la cintura del haz).

Referiendose nuevamente a la figura 1, la distancia D por medir aumenta desde 17.5m hasta 25m mientras que el blanco se desplaza mas lejos del eje de la parabola. En una primera aproximación lineal, la razon de la variación de D contra la posición radial R del blanco es de 1:3.3, es decir, el error en la medición de D es 3.3 veces menor al error en la ubicación del blanco en la dirección radial. En terminos practicos, un error

de 3mm en R resultara en un error de 1cm (9.9mm) en D.

Para minimizar la contribución del error en R al error total de medición, consideramos que hay que lograr el apunteo del instrumento con una precisión de ±3mm en R. Para asistir con el apunteo, se debe considerar la posibilidad de marcar las esquinas de cada panel con pintura oscura.

8. Montaje del instrumento

El instrumento debe colocarse sobre el eje parabolico del reflector primario, y debe ser montado en una fixtura con dos ajustes: (a) radial, por medio de una base goniométrica, (b) rotacional, por medio de una tornamesa. Para lograr el apunteo indicado en §7 la base goniométrica requiere una resolución de 0.4 arcmin (24 arcsec; 0.12 mrad), y un rango de 0-70° La tornamesa debe tener una resolución igual con un rango de 360°. En adición al medidor de distancia, se requiere el montaje de un telescopio óptico para apuntar el instrumento.

El conjunto de monturas incluyendo el telescopio descrito anteriormente se conoce como *Transit Level* y es un componente fundamental de los instrumentos de agrimensura. Modelos comerciales que cumplen con nuestros requisitos incluyen el 56-SCT-1 (CST Berger) y LT8-300 (Davd White). Hojas técnicas de estos niveles estan incluidas en el apendice.

9. Metodología para el ajuste de los paneles del GTM

Sin explorar el concepto en detalle, se puede contemplar una metodología para el proceso de pre-alineación de la siguiente manera.

Se colocara una plataforma temporal cerca al hexapod del GTM, desde donde se dirigira el proceso de pre-alineación. La plataforma contara con una abertura en el piso, coincidente con el eje parabólico, dando una vista clara de la superficie del primario abajo. El medidor de distancia estara montado en el soporte (transit level), este último con orientación invertida respecto al horizonte. El medidor estara conectada a una computadora portatil para obtener lecturas de distancia. Un operador se ubicara sobre la plataforma para apuntear el instrumento manualmente hacia cada sitio de ajuste. Un técnico-ajustador se ubicara en el sitio de ajuste. Los dos estaran en contacto por radio.

Bajo instrucciones del operador, el técnico-ajustador realiza los ajustes en cada sitio, dejando asegurado el ajuste cuando las mediciones estan dento de las tolerancias de error. Para ayudar con el ajuste, el operador contara con una tabla de distancias calculadas teoricamente para cada sitio de ajuste. Un programa de ajuste en la computadora le permite grabar los valores iniciales y finales de medición para referencia en el futuro. En adición a las lecturas de distancia, seria importante tomar lecturas de temperatura cerca al medidor y cerca al sitio por medir. De esta manera seria posible compensar para los efectos de la temperatura ambiental.

La metodología de pre-alineación requiere de un minimo de dos personas, un operador para manejar el medidor y dirigir el ajuste de los paneles, y un técnico-ajustador, el

que realiza el ajuste. El proceso seria tardoso porque despues de cada ajuste, el técnico tendra que reubicarse en el proximo sitio de ajuste. Por este razon se recomenda un equipo de por lo menos 4 técnico-ajustadores; mientras que se ajusta en un sitio, el proximo sitio estara siendo accesado y preparado.

10. Gasto de inversión

A continuación se presenta el gasto de inversión asociado con la pre-alineación de los paneles, indicando las dos opciones para el medidor, con errores de 1mm y 2mm.

Medidor de distancia **±1mm**	2930
Transit level	850
RS232 interface	245
PC portatil	prestado del GTM
TOTAL	**USD 4025**
Medidor de distancia **±2mm**	1213
Transit level	850
RS232 interface	245
PC portatil	prestado del GTM
TOTAL	**USD 2308**

11. Trabajo preparatorio para la pre-alineación de los paneles del GTM

Para tener listo el esquema de pre-alineación se debe realizar los siguientes actividades, iniciandolos lo mas pronto posible para evitar problemas técnicas no previstas:

1. Adquisición del equipo indicado en §10.

2. Modificación del transit level para soportar el medidor.

3. Fabricación de un soporte invertido para el transit level.

4. Establecimiento de comunicación entre el medidor y la PC.

5. Programación para desplegar y almacenar datos de distancia y temperatura.

6. Elaboración de una tabla de distancias teóricas para el reflector primario.

7. Pruebas del medidor con un sub-panel en el laboratorio de superficies asfericas.

8. Pruebas del medidor con un sub-panel en el aire libre, tomando en cuenta:
   (i) luz ambiental y posición del sol
   (ii) efectos de temperatura y viento

9. Pruebas en el sitio con un sub-panel para revisar funcionamiento y logistica.

10. Capacitación de equipo de trabajo.

12. Conclusiones

Los parámetros críticos para el uso de un medidor de posición láser en la pre-alineación del espejo primario del GTM son la distancia, angulo y acabado de la superficie (panel), la temperatura y presión atmosferica en el sitio, y la precisión con cual se desea medir. Tomando en cuenta estos parámetros, se encontro dos instrumentos comerciales con alta probabilidad de exito en la medición, ambos usando el metodo de medición de fase (phase shift) de un haz láser visible reflejado del blanco. Adicionalmente, segun platicas con los fabricantes, estos instrumentos no necesitan de blancos especiales para funcionar con nuestra aplicación.

El uso de un medidor de posición láser requiere un soporte tipo "transit level" para guiarlo fisicamente entre cada sitio de medición en la superficie reflectora. Para asistir con la tarea de apunteo, hay que considerar la posibilidad de marcar las esquinas de cada panel con pintura oscura. Se requiere pruebas para verificar o descatar esta opción.

Para obtener una buena vista de la superficie, seria necesario montar el instrumento sobre una plataforma temporal ubicada cerca al hexapod. La plataforma requiere acceso para un operador y corriente electrica. Las lecturas se tomara manualmente con una computadora portatil conectada al medidor.

Se recomienda un equipo de 1 operador mas un minimo de 4 técnicos-ajustadores, para aumentar la velocidad de ajuste de los paneles.

En la sección 11 se presento los trabajos preparatorios necesarios para realizar este proceso de mediciones y ajuste del primario GTM.

Apendice

A1. Medidor de distancia Phas-100, Phas-50. Especificaciones técnicas.

A2. Medidor de distancia Phas-100, Phas-50. Especificaciones técnicas (cont).

A3. Medidor de distancia LMC-J-0040-1. Especificaciones técnicas.

A4. Interfase RS232 para computadora portatil NI-PCMCIA-232. Descripción.

A5. Transit Level 56-SCT-1, LT8-300. Especificaciones técnicas.

_____

A1. Specifications for the Phas-100-10 system

High Precision Laser Long Distance Measurement

Tu 05.04.2005 15:35

News
Products
Photodiodes
Optoelectronics
Lightsources
Lightguides
Beam Analysis
Metrology
Laser Distance Meas.
Triangulation
Laser Scanner
Long Distance Meas.
Laser Geometry Meas.
Infrared Gas Analysis
Machine Vision
Fiberoptics
Lasers
Optics
Contact
Newsletter

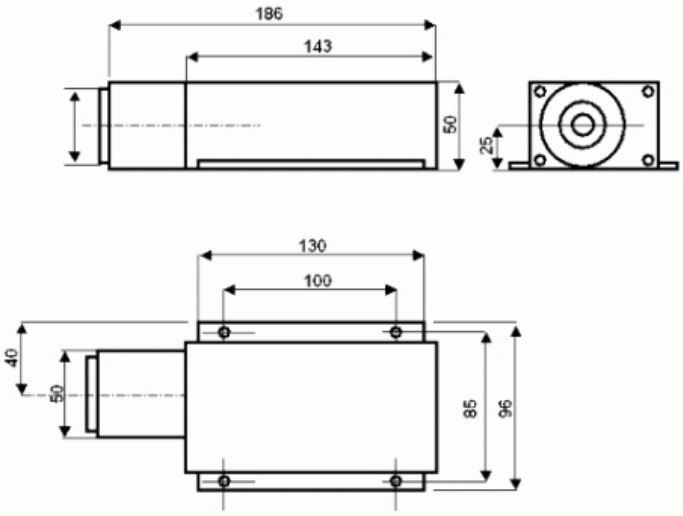
General Properties

- Measurement with/without reflector
- Phase comparison principle (amplitude modulation)
- High precision: divergence = 0,6 mrad
- Accurate to 1 mm on various surfaces
- Digital and analog interfaces: digital RS 232/RS 422, analog 4 - 20 mA
- Red pilot laser for adjustment
- External trigger

Technical Specifications

Phas-100		100
Measurement range start	mm	200 (20 cm)
Measurement range	mm	100.000 (100 m)
Resolution	mm	0,1
Precision	mm	3
Measurement frequency	Hz	5 - 10
Lightsource		Laser 650 nm, 1 mW, Class 2
Beam diameter	mm	6 mm (10 m distance) 60 mm (100 m distance)
Trigger signal		extern 5 V Impuls
Power supply	V	10 - 30 DC, 1 W
Weight	g	850

Housing Geometry



Typical Applications

- High precision distance measurement on various surfaces
- Level measurement, distance measurement
- Security applications (intrusion detection)
- hecking position of moving elements, cranes and transport systems

Suche
Accessories
Alternative Products
Last visited
Top Products
UV Lightsources
Liquid Light Guides
Laser Distance Meas.
Infrared Spectrometer

Contact
info@tem-technologie.de
Telefon +49.89.1892259-2
Telefax +49.89.1892259-3

Links
Literature from Amazon
Photonik Net

A2. Specifications for the Phas-100-10 system (contd).

Phas-100 Laser Distance Sensor

Technical Data:

Begin of range	**0,2m**
range	**> 100m depending on reflectivity of target**
	up to 50m on all natural surfaces
beam diameter	**6 mm at 10m, 60mm at 100m distance**
Analog Output	**4...20mA, termination < 500 Ohm**
Digital interface	**RS 232 / RS 422, Baud rate 2400 to 38400 Baud Data-Format 8N1**
Triggering	**external Triggering, Impulse 5V**
Measurement accuracy	**+/- 3 mm**
resolution	**0,1 mm**
Measuring rate	**5 to 10 HZ**
Laser divergence	**0,6 mrad**
wavelength	**650 nm/ 1 mW**
laser classification	**2**
dimensions LxBxH	**182 x 96 x 50 mm**
weight without cable	**850 g**
supply	**10 bis 30V Gleichspannung / ca. 1 W**
operating temperature	**-10° bis +50°**
digital output	threshold and hysteresis programmable, high-side switch
	output current up to 0.5 A
adjustments	measurement function, scaling, measurement time, output of
	measurement values, temperature inside unit, error codes
	external synchronisation of single measurement available as option.

Specifications of the Phas-100-50 System:

As for Phas-100-10, except:

1. **Measurement accuracy** is ±1 mm* instead of ±3 mm.

2. **Measurement frequency** is 50 Hz fixed instead of 5-10 Hz.

3. **Measurement range** is 30 m without reflector instead of 50 m.

* worst case value for range 17-25m.

Cost of the Phas-100-50 is 2150 EUR (1 pc) or 1990 EUR (3 pcs), Feb 2005.

A3. Specifications for the LMC-J-0040-1 system:

LMC LOKE Measuring Systems

Laser Distance Measuring Device
LMC-J-0040-1

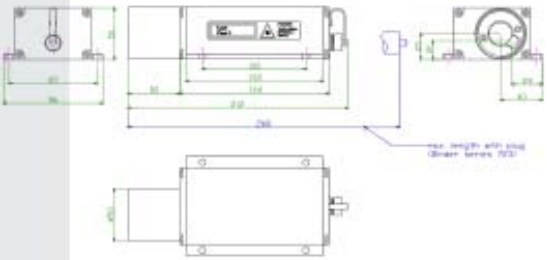
Precise – Robust – Reflectorless:

- Measures distances with millimetre accuracy
- Precisely defines positions
- Detects movements

The LMC-J-0040-1 is an opto-electronic distance measuring module for industrial applications. The module operates on basis of non-contact comparative phase measurement with amplitude modulation. The Laser diode (cw operation) has a divergence of 0.6 mrad for measurement with pinpoint accuracy. The measured result is available on the RS 232 / RS 422 data interface. A digital switching output, an analogue 4..20mA output and optional a Profibus output is also available. The sensor alignment can be easily achieved with the help of the red pilot laser. The Measuring range is on any natural surface between 0,2 to 30m, for 30 to 100m depends it on the surface reflectivity coefficient (f.e. concrete 30%, white paper 90%) and for more than 100 % we can deliver special plastic reflectors with a very high reflectivity coefficient of 2000%.

Features:

- Laser class 2 for eye safe operation
- Non-reflector measurement
- Millimetre accuracy measurement on any surface
- Easy installation and commissioning
- Allows field bus integration (Profibus).
- Meets IP 65 protection class for industrial use
- Also available in explosion-proofed version



Technical Data

Measuring range:*1	0.2 to 30 m on any natural surface. More than 100 m possible
Measuring accuracy:*2	± 2 mm under defined measuring condition ± 3 mm (+15°C to +35°C) ± 5 mm (-10°C to +50°C)
Measuring resolution:	0.1 mm
Repeatability	≤ 0,5 mm
Measuring rate: *1	10 Hz fixed on white surface, else typically 5 Hz (up to 10 Hz)
Connector:	12 pin (Binder Series 723)
Laser divergence:	0.6 mrad
Laser classification:	≤ 1 mW under IEC 825-1, laser class 2 (red light)
Interface:	RS 232/RS 422 (switch able), baud rate 9600, format 8n1, selection of measuring functions, scaling, measuring time, output of measured values, inner temperature, error codes, single measurement mode.
Switching output:	Programmable switching threshold and hysteresis, "high-side-switch" with 0.5 A load capacity.
Analogue output:	programmable distance range limits, 4 mA to 20 mA
Operating temperature:	-10 °C to +50 °C
Supply voltage:	10 V to 30 V <1,5 W (without IAlarm)
Phys. dimensions:	212 x 96 x 50 mm (L x W x H) length with plug max. 260 mm
Weight:	About 850 g
Protection class:	IP 65
Options:	Profibus Interface, Heating, Cooling, EEx Housing

*1 dependent on target reflectivity, stray light influences and atmospheric conditions

LOKE Engineering
Otto-Hahn-Strasse 5
69190 Walldorf
Tel.: +49-6227-8220-0
Fax: +49-6227-8220-10
E-Mail: info@loke.de
Home: www.loke.de

LOKE ENGINEERING

A4. RS232 interface card NI-PCMCIA-232. Product description.

NATIONAL INSTRUMENTS

view cart | help | search Products & Services GO

MyNI | Contact NI

Products & Services | Solutions | Support | NI Developer Zone | Academic | Events | Company

- Serial Interfaces (RS232 and RS485)
- Plug-In Serial Interfaces
  - PCI Serial Interfaces
  - PXI Serial Interfaces
  - PCMCIA Serial Interfaces
    - NI PCMCIA-232
    - NI PCMCIA-232/2
    - NI PCMCIA-232/4
    - NI PCMCIA-485
    - NI PCMCIA-485/2
- Legacy Serial Interfaces
- External Serial Interfaces
- Serial Cables and Accessories

You are here: NI Home > Products & Services > GPIB, Serial, and Instrument Control > Serial Interfaces (RS232 and RS485) > Plug-In Serial Interfaces > PCMCIA Serial Interfaces > NI PCMCIA-232 Mexico

NI PCMCIA-232

RS232, 1-Port Interface

Questions? Call 01 800 010 0793

[+] Enlarge Picture

- 921.6 kb/s maximum transfer rate
- Compatible with standard PC serial port
- Interrupt sharing between ports
- Full Windows 2000/NT/XP/Me/9x compatibility
- LabVIEW Real-Time compatibility for deterministic control
- NI-Serial device driver works with NI-VISA for easy development
- Data Sheet | Specifications (1) | Select Accessories

Est Ship : Estimated Shipping Days (learn more)
Precios incluyen costos de importación, IVA y envio a México

Part Number	Description	Est Ship	US Dollars	Qty
Common Configuration				
777379-01	PCMCIA-232, Enhanced COM Driver for Windows, 1-Port, 0.3 m	6 - 9	$ 245	0

Add to Cart

You have selected **Mexico** as the country where you will use the product(s) (change).

Description

Serial interface cards for PCMCIA are asynchronous serial interfaces for communicating with serial devices. Interfaces for PCMCIA are available with up to four ports. Install and use these cards as standard serial ports from your applications. Interface cards include an enhanced serial driver for improved performance and reliable interrupt sharing between ports.

A5. Transit Levels 56-SCT-1, LT8-300. technical specifications.

CST/berger

No One Measures Up ... Worldwide

Info FAQ Home Map

Product Catalog | CST News | About Us | Contacts | Links

Selecting the Right Instrument

Choosing a Tripod for Your Instrument

Home > Products > CST/Berger Optical Levels > Builder's Transits

CST/berger

20X Builder's Transit

Tough, reliable, affordable--designed and manufactured for day in/day out performance on building sites.

Transit features a full transiting 20X telescope with exceptionally clear optics. The aluminum center mechanism is accurately machined and fitted.

- 5/8" x 11 threads and three leveling screws.
- Includes a hardshell case with instruction manual, rain cover, adjusting pin, two screwdrivers, lubricant, through compass, and diagonal eyepiece adapter with solar filter for both telescope and reader.
- One year warranty.

- **Working Range:** 250 feet (76M)
- **Accuracy:**1/16-in at 100 feet (1.6mm at 30m)

< CST ITEMS

56-SCT1	20X Contractor's 1 minute Transit with accessories

• PRODUCTS • CST NEWS • ABOUT US • CONTACT US • LINKS •

© Copyright 2003 CST Corporation • Legal Notice

MAIN MENU

LEVELS

LEVEL TRANSITS

AUTOMATIC LEVELS

AUTOMATIC LEVEL TRANSIT

HAND LEVELS

OPTICAL ACCESSORIES

100110
111000
011100

• LEVEL TRANSITS

LT8-300 LEVEL TRANSIT

LT8-300 Universal Level- Transit
LT8-300 (Order # 44-8870)

A durable and dependable 5 minute instrument for precise horizontal and vertical sighting applications.

- 26X telescope
- Horizontal circle graduated in single degrees
- Convenient top-mounted vial
- Glass reticle stadia (ratio of 1:100)
- Level-transit, plumb bob, carrying case and owner's manual
- **Range:** 400 feet (61m)
- **Accuracy:** ± 3/16" @ 100 feet (5mm @ 46m)

Recommended tripod: model 60-ALQC25