

La Electrónica de Control del Guiador del
Telescopio de 2.12 m. del OAN
Versión 1.0

Salvador Zazueta Rubio,
Gerardo Sierra,
José Manuel Murillo,
Fernando Quiroz,
Leonel Gutierrez,
Jorge Valdez,
Benjamín Martínez,
Eduardo López,
Antolín Córdova y
Gerardo Guisa

Mayo 2004

CONTENIDO

2	INTRODUCCIÓN	1
3	PROGRAMAS	3
3.1	PROGRAMA SERVIDOR DE MOTORES	3
3.1.1	INSTRUCCIONES DE LA CCM	4
3.1.2	MOTOR <i>n</i>	4
3.1.3	EDO?	4
3.1.4	KP <i>n</i>	4
3.1.5	KD <i>n</i>	4
3.1.6	KI <i>n</i>	4
3.1.7	ILIM <i>n</i>	4
3.1.8	DEFZERO	5
3.1.9	RST	5
3.1.10	ID_POS_REGLA	5
3.1.11	R= <i>n</i>	5
3.1.12	VEL= <i>n</i>	5
3.1.13	ACEL= <i>n</i>	5
3.1.14	ERRMAX <i>n</i>	5
3.1.15	APAGA	5
3.1.16	PON_INC_AR= <i>n.n</i>	5
3.1.17	PON_INC_DEC= <i>n.n</i>	5
3.1.18	PON_INC_ZOOM= <i>n.n</i>	5
3.1.19	PON_INC_FOCO= <i>n.n</i>	6
3.1.20	AR+	6
3.1.21	ARL+	6
3.1.22	AR-	6
3.1.23	ARL-	6
3.1.24	DEC+	6
3.1.25	DECL+	6
3.1.26	DEC-	6
3.1.27	DECL-	6
3.1.28	FOC+	6
3.1.29	FOCL+	7
3.1.30	FOC-	7

3.1.31	FOCL-	7
3.1.32	Z+	7
3.1.33	ZL+	7
3.1.34	Z-	7
3.1.35	ZL-	7
3.1.36	EG?	7
3.1.37	AR= <i>n.n</i>	7
3.1.38	DEC= <i>n.n</i>	7
3.1.39	FOCO= <i>n.n</i>	8
3.1.40	ZOOM= <i>n.n</i>	8
3.1.41	ESC_PLACA= <i>n.n</i>	8
3.1.42	BUSCA_CENTRO_AR	8
3.1.43	BUSCA_CENTRO_DEC	8
3.1.44	BUSCA_CENTRO_FOCO	8
3.1.45	BUSCA_CENTRO_ZOOM	8
3.1.46	RESTABLECE_BANDERA_ERR	8
3.1.47	DEF_CERO_AR	8
3.1.48	DEF_CERO_DEC	8
3.2	INSTRUCCIONES RELATIVAS AL GUIADOR DEL TELECOPIO	
	DE 84 cm	9
3.2.1	OFFSET_CERO_AR= n	9
3.2.2	OFFSET_CERO_DEC= n	9
3.2.3	BUSCA_CENTRO_TODOS	9
3.2.4	METE_ESPEJO	9
3.2.5	SACA_ESPEJO	9
3.2.6	DBG_MSG n	9
4	ELECTRÓNICA	10
4.1	LA COMPUTADORA DE CONTROL (CCM)	10
4.2	CONTROL DE MOTORES	11
4.2.1	TARJETAS 4i27A	11
4.2.2	REGLAS HEIDENHEIN	15
4.2.3	CODIFICADORES	15
4.2.4	AMPLIFICADORES DE POTENCIA	16
4.2.5	CONECTORES AMPLIFICADORES LINEALES	16
4.2.6	FUENTES DE PODER	17
4.2.7	DISPOSICIÓN DE LAS CAJAS DE CONTROL	17
4.2.8	CONECTOR ELCO-EDAC SEÑALES DEL GUIADOR	18
4.2.9	CONECTOR MILITAR FUENTES DE PODER DE LOS AMPLIFICADORES	20
4.2.10	TARJETA DE INTERFAZ FUENTE DE APLIFICADORES	20

4.2.11	TARJETA DE ACONDICIONAMIENTO DE SENSORES DE CENTRO (FOCO y ZOOM)	21
4.3	CONEXIONES 4i27-1 Y 4i27-2 A LOS AMPLIFICADORES Y AL CONECTOR EDAC-ELCO	21
	APENDICE: DIAGRAMAS ELECTRONICOS	24

Lista de Figuras

2.1	Diagrama a bloques del guiador.	2
4.1	Diagrama a bloques de la caja de control de motores del G2M . .	17
4.2	ESQUEMATICO REFORZADOR INTERRUPTOR DE FUENTE GUIADOR G2M	25
4.3	ESQUEMATICO INTERFAZ SENSORES DE PROXIMIDAD FOCO Y ZOOM	26
4.4	COMPONENTES INTERFAZ SENSORES DE PROXIMIDAD FOCO Y ZOOM	27
4.5	ESQUEMATICO AMPLIFICADORES GUIADOR G2M	28
4.6	COMPONENTES AMPLIFICADORES GUIADOR G2M	29
4.7	Página 1, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M	30
4.8	Página 2, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M	31
4.9	Página 3, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M	32
4.10	COMPONENTES CCD KODAK GUIADOR G2M	33

Lista de Tablas

4.1	Tabla de resolución de los ejes del G2M.	11
4.2	Conector de la tarjeta 4i27A. Los “pins” pares del 14 al 50 están conectados a tierra.	12
4.3	Cable regla Heidenhein.	15

RESUMEN

En este trabajo se presenta la descripción de la electrónica de control del guiador del telescopio de 2.12 del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir B.C. También se presentan las instrucciones del programa del módulo de control.

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN

El guiador del telescopio de 2.12 (**G2M**) del OAN es un instrumento que sirve para corregir los errores de guiado (mov. diurno) del telescopio. El **G2M** fue diseñado y construido en el OAN por el grupo de instrumentación con sede en Ensenada, B.C. El instrumento consiste de dos computadoras de control y la programación asociada. También cuenta con 4 ejes de movimiento controlados digitalmente (servomotores) y una cámara CCD.

La función de las computadoras es recibir instrucciones del usuario y ejecutarlas. Una de estas computadoras se encarga del control de los motores del instrumento, a esta máquina la llamamos **CCM**.

La computadora que controla la cámara la llamamos simplemente CCD. La **CCD** recoge la imagen de la cámara CCD, calcula los errores de guiado del telescopio, y a partir de estos genera una señal de corrección para el telescopio. Los servomotores posicionan la cámara CCD en el campo visual del **G2M** para seleccionar el objeto que se utiliza para la corrección.

Siguiendo una tendencia de incorporar en la red ethernet (internet) el control de todos los instrumentos de los telescopios del OAN, el **G2M** se conecta en la red ethernet de control del telescopio.

Este trabajo presenta la descripción de cada uno de los componentes, tanto de componentes electrónicos excepto la **CCD** que se detalla en (Zazueta et.al. , 2001). También se describe la programación del control del **G2M** así como las instrucciones de los programas de control.

En la figura 2.1 se presenta un diagrama a bloques del guiador del telescopio de 2.12 m. del OAN. Se puede decir que este reporte describe la parte que se ve dentro de la caja con línea punteada en la figura 2.1.

Los bloques que componen la figura 2.1 son:

- **CPU(CCM)** - Computadora de control de los motores, SBC-PC industrial compatible con IBM PC.
- **4i27A** - Tarjeta de control de digital de motores (2 ejes).
- **AMP.** - Amplificadores de potencia.

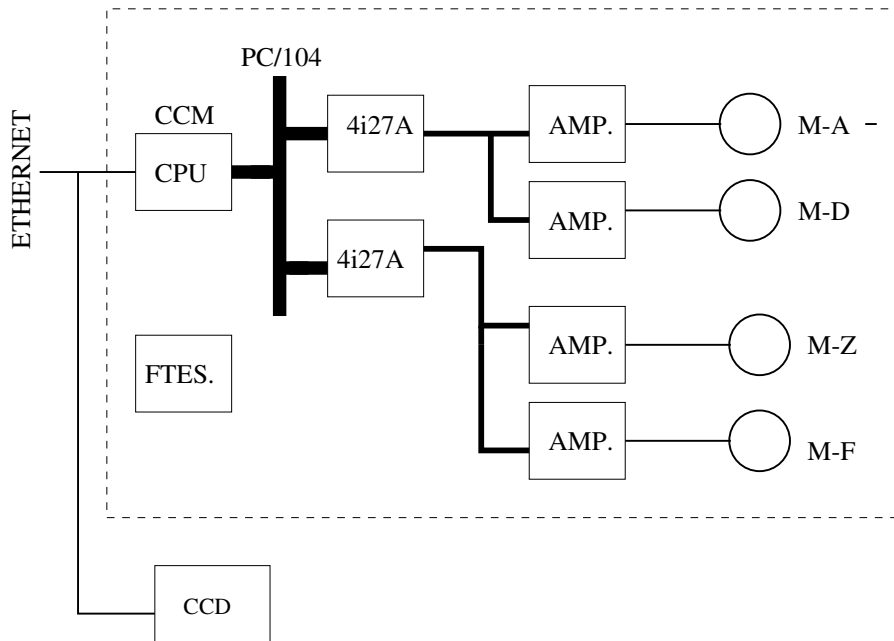


Figura 2.1: Diagrama a bloques del guiador.

- **M-A** - Par motor-regleta del eje de AR.
- **M-D** - Par motor-regleta del eje de DEC.
- **M-F** - Par motor-codificador del eje de FOCO.
- **M-Z** - Par motor-codificador del eje de ZOOM.
- **CCD** - Computadora de control y cámara CCD del guiador.

CAPÍTULO 3

PROGRAMAS

Los siguientes apartados describen la programación de la CCM del G2M.

3.1 PROGRAMA SERVIDOR DE MOTORES

La computadora de control del guiador (CCM en el diagrama 2.1) se encarga de recibir instrucciones a través del teclado o de la red ethernet decodificarlas y ejecutarlas.

En el modo de operación normal se utiliza la red ethernet para mandar las instrucciones al **G2M**. Las instrucciones sirven principalmente para posicionar la cámara CCD dentro del campo visual del G2M, es decir, mover los motores.

Como se mencionó anteriormente la función principal del programa de control de motores es la de recibir e interpretar instrucciones y realizar las funciones adecuadas. Las instrucciones del módulo de control son generadas principalmente por la interfaz gráfica de usuario. La interfaz gráfica del control de motores es parte de un programa integrado que maneja la cámara del G2M y al catálogo de estrellas de guiado *Guide Star Catalog*. La descripción de los programas de interfaz de usuario se sale del enfoque de este reporte y se puede consultar el manual de usuario en línea en

<http://astrosen.unam.mx/~resast/nuevoguiador/manuaultijuano.html>.

Existe un puerto de socket abierto para conexiones en el programa de CCM. El puerto (socket) por el que se debe conectar un cliente a la **CCM** es el número **4955**. El programa acepta hasta 3 conexiones simultáneas a través de este puerto. Es decir, 3 clientes pueden acceder al guiador de manera simultánea, sin embargo, cabe señalar que las instrucciones son servidas de manera seriada, primera en llegar, primera en atenderse. De manera que si el guiador está realizando una secuencia tal como la búsqueda del centro de un eje, por mencionar la que tardaría más (entre 30 s. y un minuto), un nuevo cliente podrá conectarse pero debe esperar a que se complete la secuencia en curso antes de que sus instrucciones sean servidas.

3.1.1 INSTRUCCIONES DE LA CCM

La lista de instrucciones que entiende la CCM, así como una descripción de la acción que ejecutan, se presenta a continuación.

3.1.2 MOTOR n

Selecciona el eje n , es decir el LM628 al que son pertinentes las instrucciones siguientes. La correspondencia entre n y los ejes de movimiento del **G2M** es:

- Eje 0 = AR
- 1 = DEC
- 2 = FOCO
- 3 = ZOOM.

A manera de ejemplo, si se requiere modificar la KP de los motores cero y uno (AR y DEC), se debe dar la siguiente secuencia de instrucciones.

```
MOTOR 0
KP 10
MOTOR 1
KP 11
```

3.1.3 EDO?

Reporta el estado del eje actual, velocidad, posición, banderas de estado, valores de las constantes del PID (kp,ki,kd), etc. El eje actual es el que ha sido seleccionado por la instrucción MOTOR (ver la instrucción MOTOR).

3.1.4 KP n

Ajusta el valor de la constante proporcional del PID del eje actual al valor n .

3.1.5 KD n

Ajusta el valor de la constante derivativa del PID del eje actual al valor n .

3.1.6 KI n

Ajusta el valor de la constante de integración del PID del eje actual al valor n .

3.1.7 ILIM n

Ajusta el valor del límite de integración del PID del eje actual al valor n .

3.1.8 DEFCERO

Define la posición actual del eje actual como cero.

3.1.9 RST

Restablece el eje, las banderas y los valores de las constantes dadas al eje actual.

3.1.10 ID_POS_REGLA

Identifica la posición cero de la regla, válido para los ejes de AR y DEC.

3.1.11 R= n

Mueve el eje actual a la posición n .

3.1.12 VEL= n

Ajusta la velocidad máxima de movimiento del eje actual al valor dado por n .

3.1.13 ACEL= n

Ajusta la aceleración del eje actual al valor dado por n .

3.1.14 ERRMAX n

Pone el valor del error máximo para el cual se apaga el eje actual.

3.1.15 APAGA

Apaga el eje actual. Pone un valor de 0 volts a la salida del DAC del eje.

3.1.16 PON_INC_AR= $n.n$

Ajusta los valores del incremento para las instrucciones AR+, AR- etc. El valor del incremento RAPIDO es $n.n$ segundos de arco. El incremento LENTO se ajusta a la décima parte.

3.1.17 PON_INC_DEC= $n.n$

Similar a PON_INC_AR= para el eje de DEC.

3.1.18 PON_INC_ZOOM= $n.n$

Similar a PON_INC_AR= para el eje de ZOOM. EL valor está dado en grados.

3.1.19 PON_INC_FOCO= *n.n*

Similar a PON_INC_AR= para el eje de FOCO. EL valor está dado en mm.

3.1.20 AR+

Mueve el eje de AR en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento RÁPIDO.

3.1.21 ARL+

Mueve el eje de AR en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento LENTO.

3.1.22 AR-

Idem AR+ sólo que en sentido inverso.

3.1.23 ARL-

Idem ARL+ sólo que en sentido inverso.

3.1.24 DEC+

Mueve el eje de DEC en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento RÁPIDO.

3.1.25 DECL+

Mueve el eje de DEC en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento LENTO.

3.1.26 DEC-

Idem DEC+ sólo que en sentido inverso.

3.1.27 DECL-

Idem DECL+ sólo que en sentido inverso.

3.1.28 FOC+

Mueve el eje de FOCO en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento RÁPIDO.

3.1.29 FOCL+

Mueve el eje de FOCO en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento LENTO.

3.1.30 FOC-

Idem FOC+ sólo que en sentido inverso.

3.1.31 FOCL-

Idem FOCL+ sólo que en sentido inverso.

3.1.32 Z+

Mueve el eje de ZOOM en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento RÁPIDO.

3.1.33 ZL+

Mueve el eje de ZOOM en sentido positivo. La magnitud del movimiento está dado por el valor actual del incremento LENTO.

3.1.34 Z-

Idem Z+ sólo que en sentido inverso.

3.1.35 ZL-

Idem ZL+ sólo que en sentido inverso.

3.1.36 EG?

Reporta las posiciones actuales de los ejes del guiador. El formato de salida es AR= *n.n*, etc. También reporta si existe algún error en la búsqueda de centros de los ejes.

3.1.37 AR= *n.n*

Mueve el eje de AR a la posición dada por *n.n*. El parámetro es en segundos de arco.

3.1.38 DEC= *n.n*

Mueve el eje de DEC a la posición dada por *n.n*. El parámetro es en segundos de arco.

3.1.39 FOCO= *n.n*

Mueve el eje de FOCO a la posición dada por *n.n*. El parámetro es en mm.

3.1.40 ZOOM= *n.n*

Mueve el eje de ZOOM a la posición dada por *n.n*. El parámetro es en grados.

3.1.41 ESC_PLACA= *n.n*

Pone el valor de la escala de placa a *n.n*. El parámetro es en segundos de arco por mm.

3.1.42 BUSCA_CENTRO_AR

Identifica la posición actual del eje de AR.

3.1.43 BUSCA_CENTRO_DEC

Identifica la posición actual del eje de DEC.

3.1.44 BUSCA_CENTRO_FOCO

Identifica y mueve el eje de FOCO a la posición cero.

3.1.45 BUSCA_CENTRO_ZOOM

Identifica y mueve el eje de ZOOM a la posición cero.

3.1.46 RESTABLECE_BANDERA_ERR

Restablece a cero las banderas de error en la búsqueda de ceros y centros del G2M.

3.1.47 DEF_CERO_AR

Define a la posición actual del eje de AR como su posición cero.

3.1.48 DEF_CERO_DEC

Define a la posición actual del eje de DEC como su posición cero.

3.2 INSTRUCCIONES RELATIVAS AL GUIADOR DEL TELESCOPIO DE 84 cm

A continuación se presenta un conjunto de instrucciones que funcionan para el guiador de 84 cm. Dado que la arquitectura de este guiador es similar a la del telescopio de 1.5 se omite de este documento la discusión sobre la misma.

3.2.1 OFFSET_CERO_AR= n

Guiador 84 (Programa g84ints).

Define un offset desde la posición de cero inicial del guiador para el eje de AR. Este mando solo funciona para el guiador del telescopio de 84 cm. El valor n está dado en segundos de arco. Por omisión este valor es de -1400 seg. de arco.

3.2.2 OFFSET_CERO_DEC= n

Guiador 84 (Programa g84ints).

Similar a la instrucción OFFSET_CERO_AR= para el eje de declinación. El valor por omisión es de -850 seg. de arco.

3.2.3 BUSCA_CENTRO_TODOS

Guiador 84 (Programa g84ints).

Manda inicializar todos los ejes del guiador del telescopio de 84 cm.

3.2.4 METE_ESPEJO

Guiador 84 (Programa g84ints).

La función es idéntica al nombre de la instrucción.

3.2.5 SACA_ESPEJO

Guiador 84 (Programa g84ints).

La función es idéntica al nombre de la instrucción.

3.2.6 DBG_MSG n

Guiador 84 (Programa g84ints).

Si el parámetro "n" es diferente de cero, se activa la impresión de los mensajes para depurar el programa. Si el parámetro es cero se desactiva la impresión.

CAPÍTULO 4

ELECTRÓNICA

A lo largo de las siguientes secciones se describe la electrónica de control del G2M, lo que se conoce en la jerga de ingeniería como el “hardware”.

4.1 LA COMPUTADORA DE CONTROL (CCM)

La computadora de control del **G2M** a la que llamamos **CCM** es una computadora industrial de una sola tarjeta fabricada por Advantech, y es compatible con IBM-PC.

Las características principales de la **CCM** son:

- Modelo PCM-4823.
- CPU AMD586 a 133 Mhz.
- Puertos estándar: IDE, paralelo, serie, etc.
- Vídeo VGA incluido.
- Controlador ethernet compatible con NE2000 (RJ-45, 10BaseT).
- Ducto PC/104.
- Emulador de disco Diskonchip de M-Systems de 16 Megabytes.
- 32 Megabytes de RAM.

Se desarrollaron varios programas que realizan las diferentes tareas de cálculo y control del **G2M**.

El operativo utilizado por la **CCM** es una versión dedicada del Linux con Kernel 2.4.15. El operativo, así como los programas de aplicación, se cargan en RAM cada vez que se reinicia la **CCM**. En otras palabras el emulador de disco sólo se utiliza al encender o restablecer (dar el “reset”) a la **CCM**. La imagen del operativo así como el “kernel” se cargan en RAM por medio del Syslinux.

EJE	RESOLUCIÓN
AR	1 micra por pulso
DEC	1 micra por pulso
FOCO	38400 pulsos por mm
ZOOM	400/360 pulsos por grado

Tabla 4.1: Tabla de resolución de los ejes del G2M.

Los programas de aplicación se encuentran en el directorio “g2m” del sistema de archivos de DOS grabado en el emulador de disco (Diskonchip). Esto permite una rápida actualización de los programas en caso de ser necesario.

4.2 CONTROL DE MOTORES

Los motores del guiador son controlados por controladores digitales dedicados (circuitos integrados LM628). Todos los ejes utilizan motores de C.D. con una reducción de engranes planetarios acoplado al eje del motor.

Existen cuatro ejes de movimiento en el guiador, a saber: AR, DEC, FOCO y ZOOM. Cada eje está controlado por un circuito integrado LM628. El LM628 implementa un controlador PID digital y requiere de una señal de retroalimentación de un sensor con salida de pulsos en cuadratura y de un amplificador de potencia para la interfaz al motor que controla.

El sensado de posición de los ejes de AR y DEC del guiador se hace por medio de dos regletas Heidenhein modelo LS476C. Esto permite tener una resolución de movimiento en estos ejes de una micra.

La retroalimentación de posición de los ejes de FOCO y ZOOM se hace con codificadores ópticos incrementales.

La resolución del movimiento del eje de ZOOM es 1.11 pulsos por grado.

La resolución del movimiento del eje de FOCO es 38400 pulsos por milímetro.

En la tabla 4.1 de la página 11 se muestran de manera tabular las resoluciones de cada eje.

Los motores de C.D. son fabricados por Globe Motors, los modelos utilizados en cada eje son:

- AR - modelo: reducción:
- DEC - modelo: reducción:
- FOCO - modelo: reducción:
- ZOOM - modelo: reducción:

4.2.1 TARJETAS 4i27A

Se usan dos tarjetas de control de servomotores insertables en el ducto PC/104 para controlar los 4 motores del guiador. Las tarjetas son fabricadas por “MESA

ELECTRONICS”, el modelo es **4i27A**. Las características principales de la **4i27A** son:

- Dos ejes de servo control (2 LM628).
- Tres puertos de entrada salida de 8 “bits”, (8255). Dos de estos puertos (A y B) tienen funciones especiales. El puerto A debe ser de salida y el puerto B debe ser de entrada. El puerto C puede configurarlo el usuario como de entrada o de salida. En el caso del guiador lo utilizamos como puerto de entrada para sensar los interruptores de identificación de centro de los ejes de ZOOM y FOCO. el puerto.

El conector de interfaz de la tarjeta **4i27A** se presenta en la tabla 4.2 en la página 12.

PIN #	SEÑAL	PIN #	SEÑAL
1	B1	2	/B1
3	A1	4	/A1
5	B0	6	/B0
7	A0	8	/A0
9	IDX1	10	/IDX1
11	IDX0	12	/IDX0
13	DAC1	15	DAC0
17	DIR1	19	DIR0
21	/ENA1	23	/ENA0
25	SENSE1-1	27	SENSE1-0
29	SENSE0-1	31	SENSE0-0
33	BIT7	35	BIT6
37	BIT5	39	BIT4
41	BIT3	43	BIT2
45	BIT1	47	BIT0
49	+5V		

Tabla 4.2: Conector de la tarjeta 4i27A. Los “pins” pares del 14 al 50 están conectados a tierra.

Cada **4i27A** ocupa 16 direcciones contiguas empezando en la dirección seleccionada por el usuario. La tabla siguiente muestra los registros de la **4i27A**.

BASE+00H	82C55 Puerto A (Debe ser salida)
BASE+01H	82C55 Puerto B (Debe ser entrada)
BASE+02H	82C55 Puerto C (Definido por el usuario)
BASE+03H	82C55 Puerto de control
BASE+04H	Motor 0 LM628 puerto de Comando/estado
BASE+05H	Motor 0 LM628 puerto de datos
BASE+06H	(Igual a BASE+04H)
BASE+07H	(Igual a BASE+05H)
BASE+08H	Motor 1 LM628 puerto de Comando/estado
BASE+09H	Motor 1 LM628 puerto de datos
BASE+0AH	(Igual a BASE+08H)
BASE+0BH	(Igual a BASE+09H) ^a

^aDel puerto BASE+0CH a BASE+0FH se accesa los puertos de comando y de datos de ambos LM628 simultáneamente por lo que no se debe usar dichas direcciones.

La dirección BASE en el mapa de entrada/salida del ducto PC/104 de la **4i27A** se selecciona con los “jumpers” W1, W2 y W3. La tabla siguiente muestra las combinaciones posibles.

DIRECCIÓN BASE	W1	W2	W3
0200H	abajo	abajo	abajo
0210H	abajo	abajo	arriba
0220H	abajo	arriba	abajo
0230H	abajo	arriba	arriba
0240H	arriba	abajo	abajo
0250H	arriba	abajo	arriba
0260H	arriba	arriba	abajo
0270H	arriba	arriba	arriba

Los “bits” de los puertos dedicados del 82C55 tienen las funciones definidas en la siguiente tabla.

PUERTO(8255)	BIT	PIN	FUNCIÓN
A	0	23	Motor 0 /ENA, Habilita el motor 0
A	1	21	Motor 1 /ENA, Habilita el motor 1
A	2	N.C.	ISEL0
A	3	N.C.	ISEL1
A	4	N.C.	ISEL2
A	5	N.C.	ISEL3
A	6	N.C.	IMODE0
A	7	N.C.	IMODE1
B	0	31	Motor 0 Sensado (Bit de prop. general)
B	1	27	Motor 0 /OT (Bit de prop. general)
B	2	29	Motor 1 Sensado (Bit de prop. general)
B	3	25	Motor 1 /OT (Bit de prop. general)
B	4	11	Motor 0 Índice (Conectado también al LM628)
B	5	9	Motor 1 Índice (Conectado también al LM628)
B	6	N.C.	Motor 0 Interrupción
B	7	N.C.	Motor 1 Interrupción
C	0-7	47-33	Bits de prop. general

En la tabla anterior PIN se refiere a la pata asignada en el conector de 50 PINS de la **4i27A**.

CORRESPONDENCIA EJES 4i27A Y EJES G2M

La correspondencia entre ejes de movimientos del guiador y las tarjetas **4i27A** es la siguiente:

- TARJETA 1 4i27A (0200H):
 - AR: Motor 0.
 - DEC: Motor 1.
- TARJETA 2 4i27A (0210H):
 - ZOOM: Motor 0.
 - FOCO: Motor 1.

Se utilizan como “bits” de entrada para las señales de sensado de posición de centro (“Home”) para los ejes de FOCO y ZOOM, los siguientes “bits” de la tarjeta 4i27A número 2:

Las direcciones base de las tarjetas **4i27A** que se utilizan en el guiador son 0200H y 0210H.

PUERTO(8255)	BIT	PIN	FUNCIÓN (NOMBRE DE SEÑAL)
C	0	31	Sensor de posición FOCO (SLF).
C	1	29	Sensor de posición ZOOM (SLZ).

4.2.2 REGLAS HEIDENHEIN

Se usan dos regletas Heidenhein (H.) modelo LS476C para la retroalimentación de posición de los ejes de AR y DEC.

La precisión de las regletas es de una micra (decodificando la cuadratura).

La función y el color de cada alambre del conector de la regleta está dada en la tabla 4.3.

COLOR	FUNCIÓN
Rosa	/Ua2
Azul	5V (sensor)
Rojo	Ua0
Negro	/Ua0
Marron	Ua1
Verde	/Ua1
Violeta	/Uas
Gris	Ua2
Blanco/Verde	0V (GND)
Marron/Verde	5V
Blanco	0V (sensor)
Amarillo	N.C.

Tabla 4.3: Cable regla Heidenhein.

Las correspondencia entre nombres dados por Heidenhein y las fases (A, B e Índice) de un codificador normal son:

- Fase A: Ua1 (/Ua1)
- Fase B: Ua2 (/Ua2)
- Índice: Ua0 (/Ua0)

Los nombres con barra arriba denotan la señal lógica inversa (negada).

Las señales de 5V y 0V (sensor) se utilizan para sensar el voltaje de alimentación de la regleta. Esto es útil cuando se extiende demasiado el cable de conexión y se requiere subir el voltaje de la fuente para compensar la caída de voltaje en el cable.

4.2.3 CODIFICADORES

Se usan dos codificadores ópticos incrementales para los ejes de ZOOM y FOCO, uno por eje.

El eje de FOCO usa un codificador distribuido por **Automation Direct**¹, la marca es KOYO, el modelo es TRD-SH-400-VD. Este codificador genera 1600 pulsos por revolución en cuadratura. El eje de FOCO presenta una resolución de 38400 pulsos por mm.

El eje de ZOOM usa un codificador distribuido también por **Automation Direct**, la marca es KOYO, el modelo es TRD-SH-100-VD. Este codificador genera 400 pulsos por revolución en cuadratura. El eje de ZOOM presenta una resolución de 1.11 pulsos por grado.

4.2.4 AMPLIFICADORES DE POTENCIA

Los amplificadores de potencia son lineales, fueron diseñados y contruidos en el OAN. Se usan 4 amplificadores idénticos. Los AMPS. son del tipo voltaje/voltaje. Básicamente son reforzadores de corriente con ganancia de voltaje de aproximadamente $VS = 1.8 VI$ (donde VS - es la salida y VI es la entrada). Pueden manejar hasta 4 amperes de corriente y se alimentan con ± 15 volts. Su rango de salida es de ± 12 volts. El ancho de banda de los AMPS. es mayor que 2 kilohertz.

4.2.5 CONECTORES AMPLIFICADORES LINEALES

Los amplificadores de potencia contienen dos conectores uno de dos patas que conecta a la señal de control de entrada y otro de 6 patas que conecta a la fuente de alimentación y a la salida del motor.

Las señales del conector de entrada de control son:

PATA	SEÑAL
1	Tierra
2	Entrada de voltaje de control
3	Tierra

Las se nales del conector de fuentes y salida al motor son:

PATA	SEÑAL
1	+15 volts (Fuente de alim.)
2	-15 volts (Fuente de alim.)
3	Tierra (Fuente de alim.)
4	Sin conexión
5	Salida de potencia al motor
6	Tierra

¹[HTTP://www.automationdirect.com](http://www.automationdirect.com)

4.2.6 FUENTES DE PODER

Se utilizan 2 fuentes de poder para la alimentación de los diferentes componentes del control de motores.

La primera fuente genera +5 volts y +12 volts, se usa para alimentar la computadora de control. El distribuidor es Advantech y el modelo es **PS-50A**. Esta fuente está instalada en las cajas de control del guiador en la parte posterior del instrumento.

Para alimentar los amplificadores de potencia se usa una fuente marca **Develcon Electronics**, modelo 9306. Esta fuente es del tipo lineal y está instalada en el gabinete de control del telescopio. La 9306 genera toda una serie de voltajes de c.d. semiregulados, sin embargo, sólo estamos utilizando las salidas de ± 15 volts a 7.5 amperes. Cabe mencionar que este tipo de fuente se utiliza también en los guiadores de los telescopios de 1.5 m. y 0.84 m.

4.2.7 DISPOSICIÓN DE LAS CAJAS DE CONTROL

En este apartado se presenta un diagrama a bloques de los componentes instalados en las cajas de control del guiador.

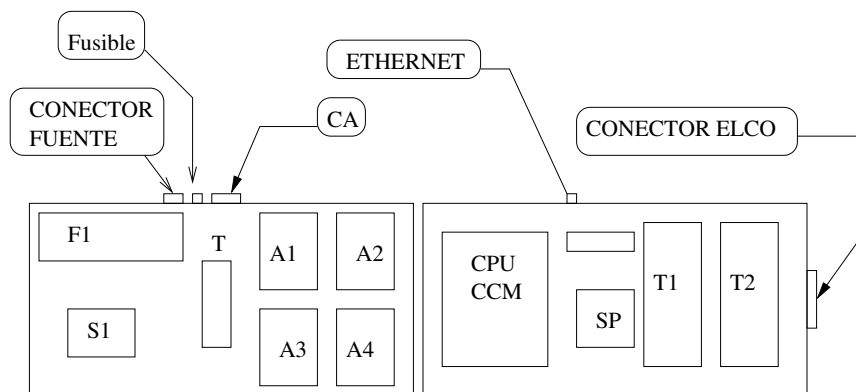


Figura 4.1: Diagrama a bloques de la caja de control de motores del **G2M**.

En la figura 4.1:

- **F1** - Fuente de +5 volts de la CPU-CCM.
- **T** - Tira terminal de inteconexión de fuentes y CA.
- **S1** - Interfaz para encender fuente de amplificadores.
- **A1** - Amplificador de potencia eje de FOCO.
- **A2** - Amplificador de potencia eje de ZOOM.
- **A3** - Amplificador de potencia eje de DEC.

- **A4** - Amplificador de potencia eje de AR.
- **CPU-CCM** - Computadora de control y tarjetas 4I27.
- **SP** - Tarjeta acondicionadora de señal de los sensores de proximidad eje de FOCO y ZOOM.
- **T1** - Tira terminal de inteconexión 4i27-1. Cable plano a terminal de tornillo.
- **T2** - Tira terminal de inteconexión 4i27-2. Cable plano a terminal de tornillo.

4.2.8 CONECTOR ELCO-EDAC SEÑALES DEL GUIADOR

El conector ELCO-EDAC de 96 posiciones contiene las señales que se enumeran a continuación.

PATA DEL CONECTOR	NOMBRE DE LA SEÑAL	SEÑAL 4i27 - pata	COMENTARIO
A	FASE B (RH-DEC)	1-1	Cable gris (Ua2)
B	FASE /B (RH-DEC)	1-2	Cable rosa (/Ua2)
C	FASE A (RH-DEC)	1-3	Cable marrón (Ua1)
D	FASE /A (RH-DEC)	1-4	Cable verde (/Ua1)
E	Índice (RH-DEC)	1-9	Cable rojo (Ua0)
F	/Índice (RH-DEC)	1-10	Cable negro (/Ua0)
H	+5V (RH-DEC)	N.C.	Cable marrón/verde
J	Tierra (RH-DEC)	N.C.	Cable blanco/verde
K	FASE B (RH-AR)	1-5	Cable gris (Ua2)
L	FASE /B (RH-AR)	1-6	Cable rosa (/Ua2)
M	FASE A (RH-AR)	1-7	Cable marrón (Ua1)
N	FASE /A (RH-AR)	1-8	Cable verde (/Ua1)
P	Índice (RH-AR)	1-11	Cable rojo (Ua0)

PATA DEL CONECTOR	NOMBRE DE LA SEÑAL	SEÑAL 4i27 - pata	COMENTARIO
R	/Índice (RH-AR)	1-12	Cable negro (/Ua0)
S	+5V (RH-AR)	N.C.	Cable marrón/verde
T	Tierra (RH-AR)	N.C.	Cable blanco/verde
U	FASE A (C-F)	2-3	Codif. de foco
V	FASE /A (C-F)	2-4	Codif. de foco
W	FASE B (C-F)	2-1	Codif. de foco
X	FASE /B (C-F)	2-2	Codif. de foco
Y	índice (C-F)	2-9	Codif. de foco
Z	índice (C-F)	2-10	Codif. de foco
AA	+5V (C-F)	N.C.	Codif. de foco
AB	Tierra (C-F)	N.C.	Codif. de foco
AC	FASE A (C-Z)	2-7	Codif. de zoom
AD	FASE /A (C-Z)	2-8	Codif. de zoom
AE	FASE B (C-Z)	2-5	Codif. de zoom
AF	FASE /B (C-Z)	2-6	Codif. de zoom
AH	índice (C-Z)	2-11	Codif. de zoom
AJ	índice (C-Z)	2-12	Codif. de zoom
AK	+5V (C-Z)	N.C.	Codif. de zoom
AL	Tierra (C-Z)	N.C.	Codif. de zoom
AM	Int. centro zoom (SL-Z)	N.C.	Sensor centro zoom
AN	+12V int. centro zoom (SL-Z)	N.C.	Sensor centro zoom
AP	Tierra int. centro zoom (SL-Z)	N.C.	Sensor centro zoom
AR	Int. centro foco (SL-F)	N.C.	Sensor centro foco
AS	+12V int. centro foco (SL-F)	N.C.	Sensor centro foco
AT	Tierra int. centro foco (SL-F)	N.C.	Sensor centro foco
CU	M-ZOOM+	N.C.	Motor ZOOM
CV	Tierra M-ZOOM	N.C.	Motor ZOOM
CW	M-FOCO+	N.C.	Motor FOCO
CX	Tierra M-FOCO	N.C.	Motor FOCO
CY	M-DEC+	N.C.	Motor DEC
CZ	Tierra M-DEC	N.C.	Motor DEC
DA	M-AR+	N.C.	Motor AR
DB	Tierra M-AR	N.C.	Motor AR

ABREVIATURAS:

- (RH-AR).- Regleta Heidenhein de AR.
- (RH-DEC).- Regleta Heidenhein de DEC.
- (C-F).- Codificador de foco.
- (C-Z).- Codificador de zoom.
- (SL-F).- Sensor de centro de foco.
- (SL-Z).- Sensor de centro de zoom.

4.2.9 CONECTOR MILITAR FUENTES DE PODER DE LOS AMPLIFICADORES

Las conexiones de este conector sirven para alimentar los amplificadores de potencia de los motores del guiador. La disposición de las señales se puede ver en la la tabla a continuación.

PATA DEL CONECTOR	SEÑAL
A	Tierra fuente ± 15
B	+15 volts
C	Salida de señal de control positivo
D	Tierra de señal de control
E	-15 volts

4.2.10 TARJETA DE INTERFAZ FUENTE DE APLICADORES

Se usa una tarjeta de interfaz, un pequeño reforzador de señal, para encender la fuente de poder de los amplificadores. En el diagrama a bloques de la figura 4.1 esta tarjeta se denota como **S1**.

La señal de control de entrada es del tipo TTL y se genera en una de las tarjetas 4i27.

El conector de la tarjeta tiene la siguiente asignación:

PATA DEL CONECTOR	SEÑAL
1	+5 volts alimentación
2	Entrada de control (TTL)
3	Salida de señal de control (TTL reforzado)
4	Tierra de señal de control
5	Tierra de alimentación

La señal de entrada (Pata 2 del conector) está conectada a la tira terminal T2 (ver figura 4.1), en la posición 21 de T2 (señal /ENA1 de 4i27-2).

La señal de salida va al conector militar de fuentes de alimentación.

4.2.11 TARJETA DE ACONDICIONAMIENTO DE SENSORES DE CENTRO (FOCO y ZOOM)

Se usa una tarjeta de acondicionamiento de señal para los sensores de proximidad utilizados en los ejes de foco y zoom.

La tarjeta se conecta a los interruptores de proximidad y su salida va a la tira terminal de la 4i27-2 a los siguientes bits.

ENTRADAS

SEÑAL	PATA CONECTOR EDAC-ELCO	COMENTARIO
Int. centro zoom	AM	Sensor de centro de zoom
Int. centro foco	AR	Sensor de centro de foco

SALIDAS

SEÑAL	PATA 4i27-2	COMENTARIO
Int. centro zoom	2-29	Motor 1 sensado (Bit 2 puerto B)
Int. centro foco	2-31	Motor 0 sensado (Bit 0 puerto B)

4.3 CONEXIONES 4i27-1 Y 4i27-2 A LOS AMPLIFICADORES Y AL CONECTOR EDAC-ELCO

A continuación se detallan las conexiones entre las tiras terminales de las 4i27 y los amplificadores de potencia de los motores de c.d.

SEÑAL 4i27 - pata	AMPLIFICADOR	COMENTARIO
1-13	DAC-DEC	Señal de control amp. DEC
1-15	DAC-AR	Señal de control amp. AR
2-13	DAC-FOCO	Señal de control amp. FOCO
2-15	DAC-ZOOM	Señal de control amp. ZOOM

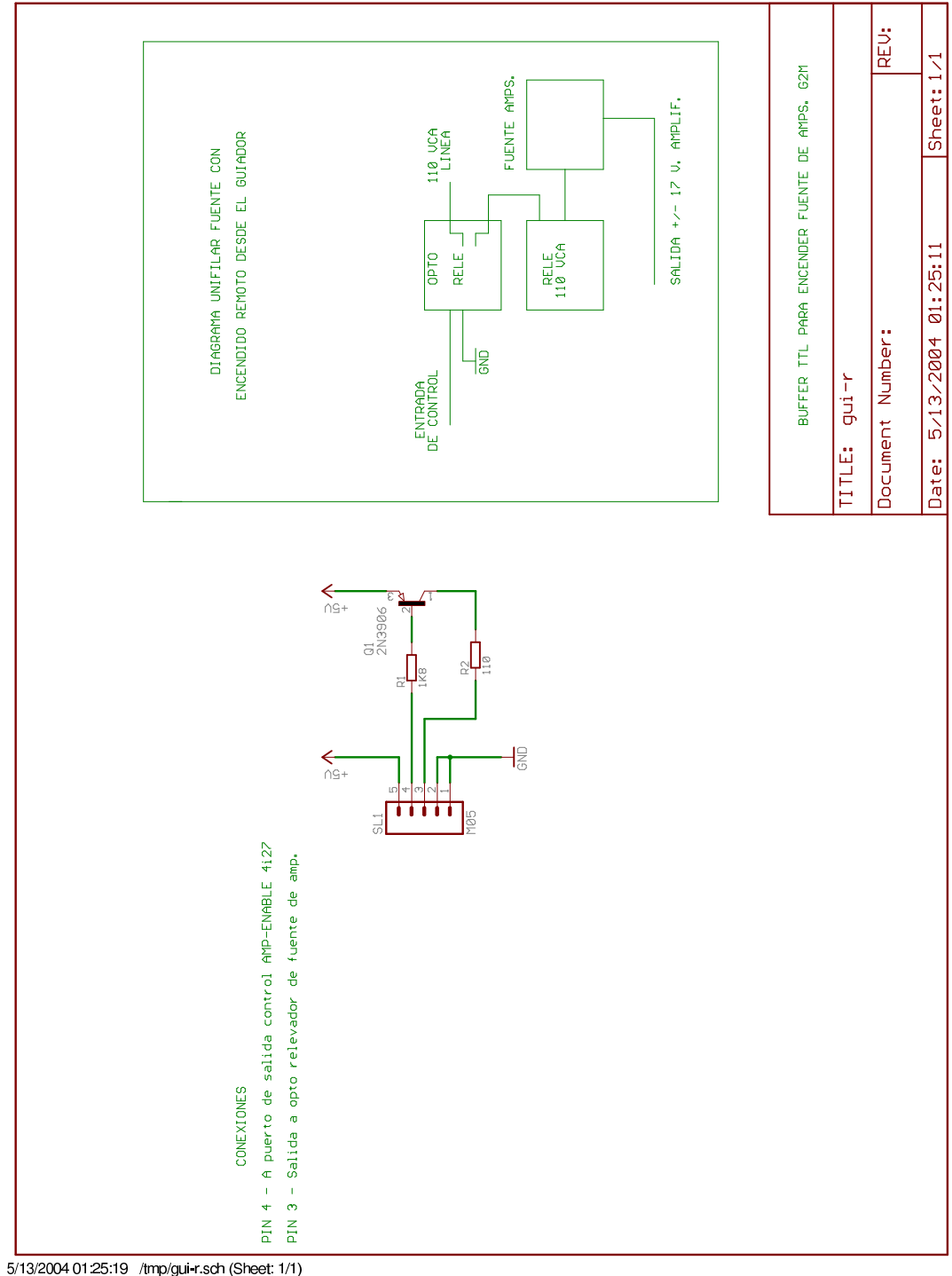
PATA	EDAC-ELCO	SEÑAL	AMPLIFICADOR	COMENTARIO
CU		M-ZOOM+	AMP-ZOOM	Salida potencia ZOOM
CV		Tierra M-ZOOM	AMP-ZOOM	Salida potencia ZOOM
CW		M-FOCO+	AMP-FOCO	Salida potencia FOCO
CX		Tierra M-FOCO	AMP-FOCO	Salida potencia FOCO
CY		M-DEC+	AMP-DEC	Salida potencia DEC
CZ		Tierra M-DEC	AMP-DEC	Salida potencia DEC
DA		M-AR+	AMP. AR	Salida potencia AR
DB		Tierra MOT-AR+	Tierra	Salida potencia AR

BIBLIOGRAFÍA

Zazueta S. et.al. “La Cámara OAN-K400”, Reporte Técnico RT-2001-02 Instituto de Astronomía. 2001.

Zazueta S. “PROGRAMAS DEL GUIADOR 2m DEL GUIADOR 84cm OPCIONES DE EJECUCIÓN Y COMO COMPILARLOS” Reporte Técnico en preparación. 2004.

APENDICE
DIAGRAMAS ELECTRONICOS



5/13/2004 01:25:19 /tmp/gui-r.sch (Sheet: 1/1)

Figura 4.2: ESQUEMATICO REFORZADOR INTERRUPTOR DE FUENTE GUIADOR G2M

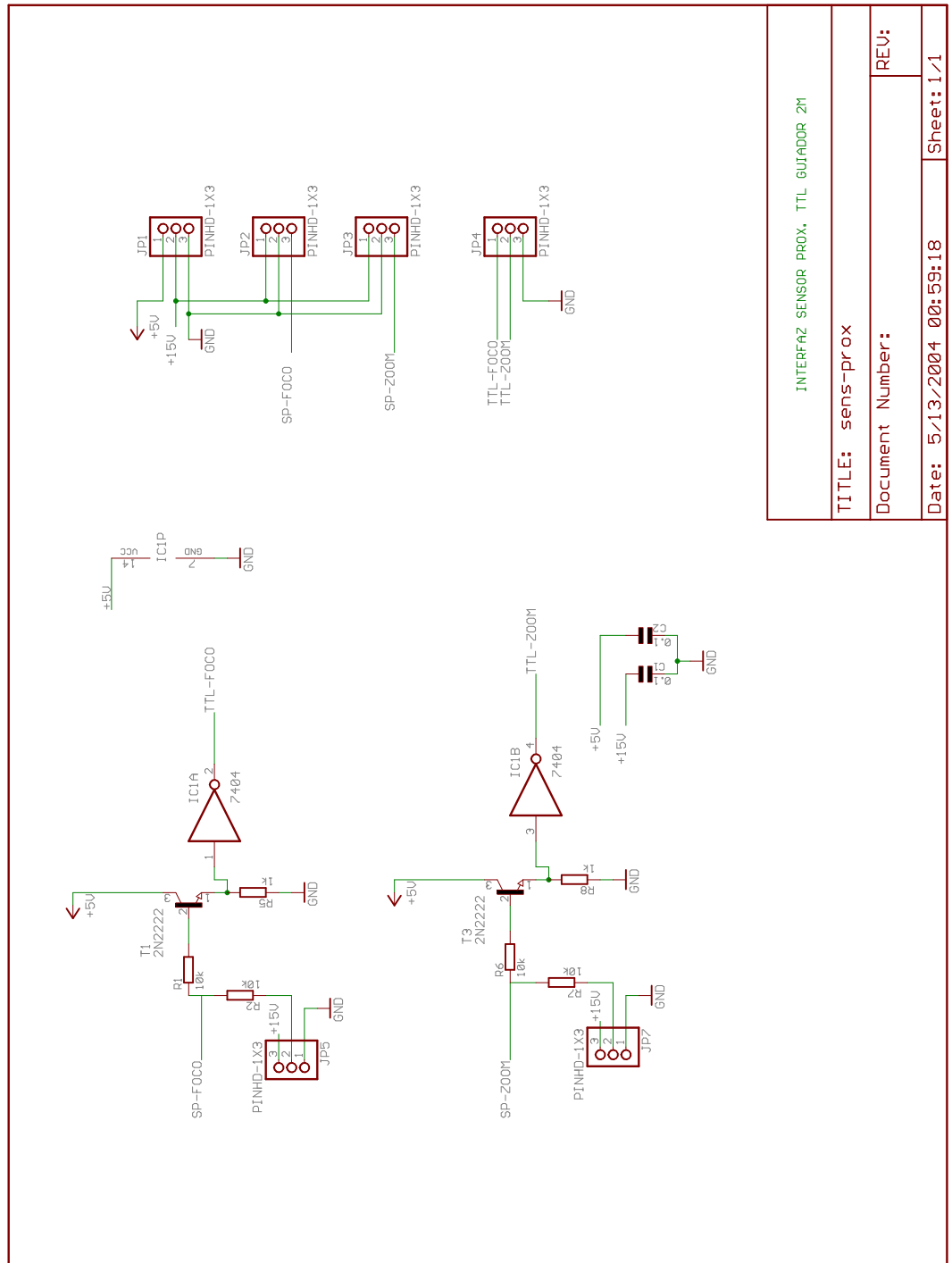
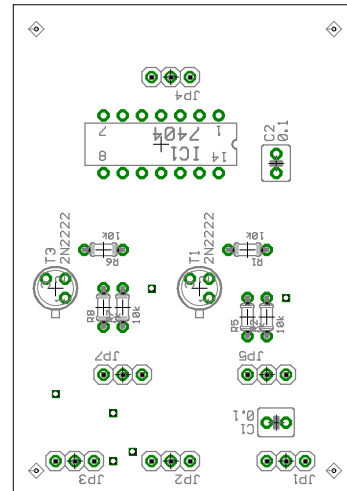
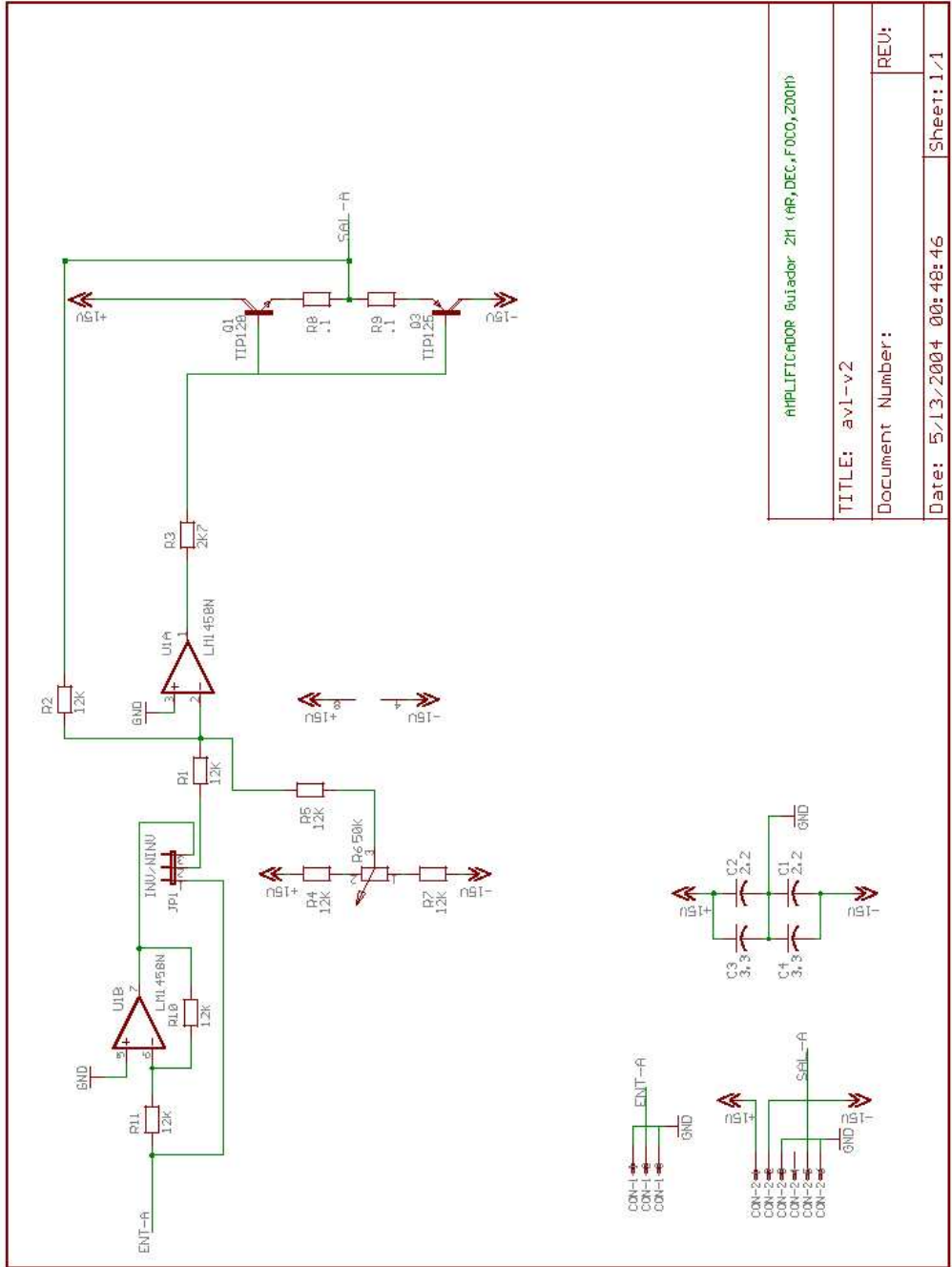


Figura 4.3: ESQUEMATICO INTERFAZ SENSORES DE PROXIMIDAD FOCO Y ZOOM



5/13/2004 00:57:50 /tmp/sens-prox.brd

Figura 4.4: COMPONENTES INTERFAZ SENSORES DE PROXIMIDAD FOCO Y ZOOM



5/13/2004 00:49:26 /tmp/avl-v2.sch (Sheet: 1/1)

AMPLIFICADOR GUIADOR 21 (AP,DEC,F000,2000)	
TITLE: avl-v2	REU:
Document Number:	
Date: 5/13/2004 00:48:46	Sheet: 1/1

Figura 4.5: ESQUEMATICO AMPLIFICADORES GUIADOR G2M

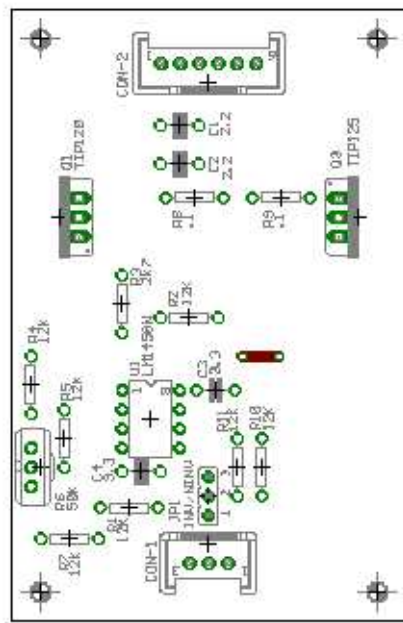
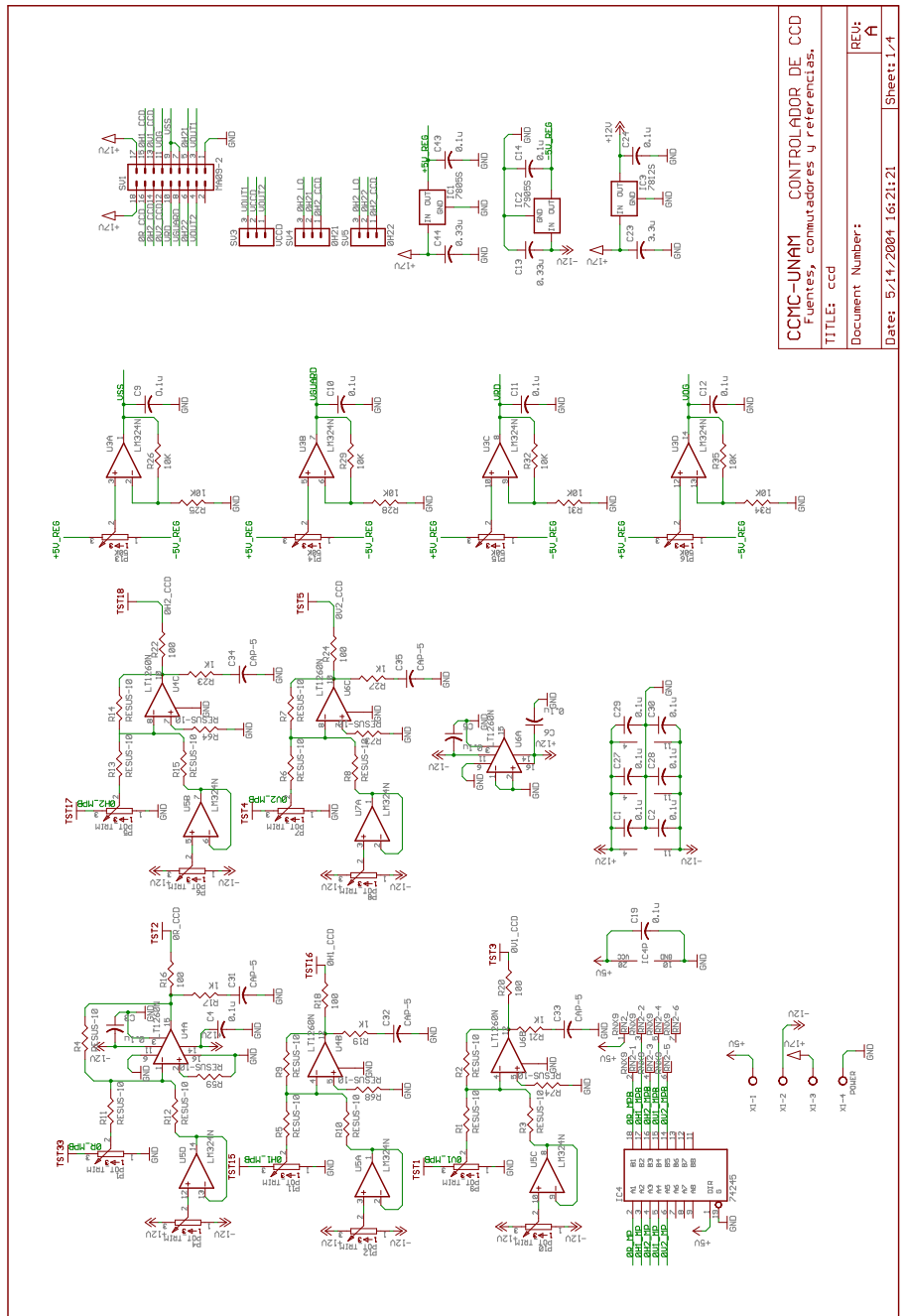


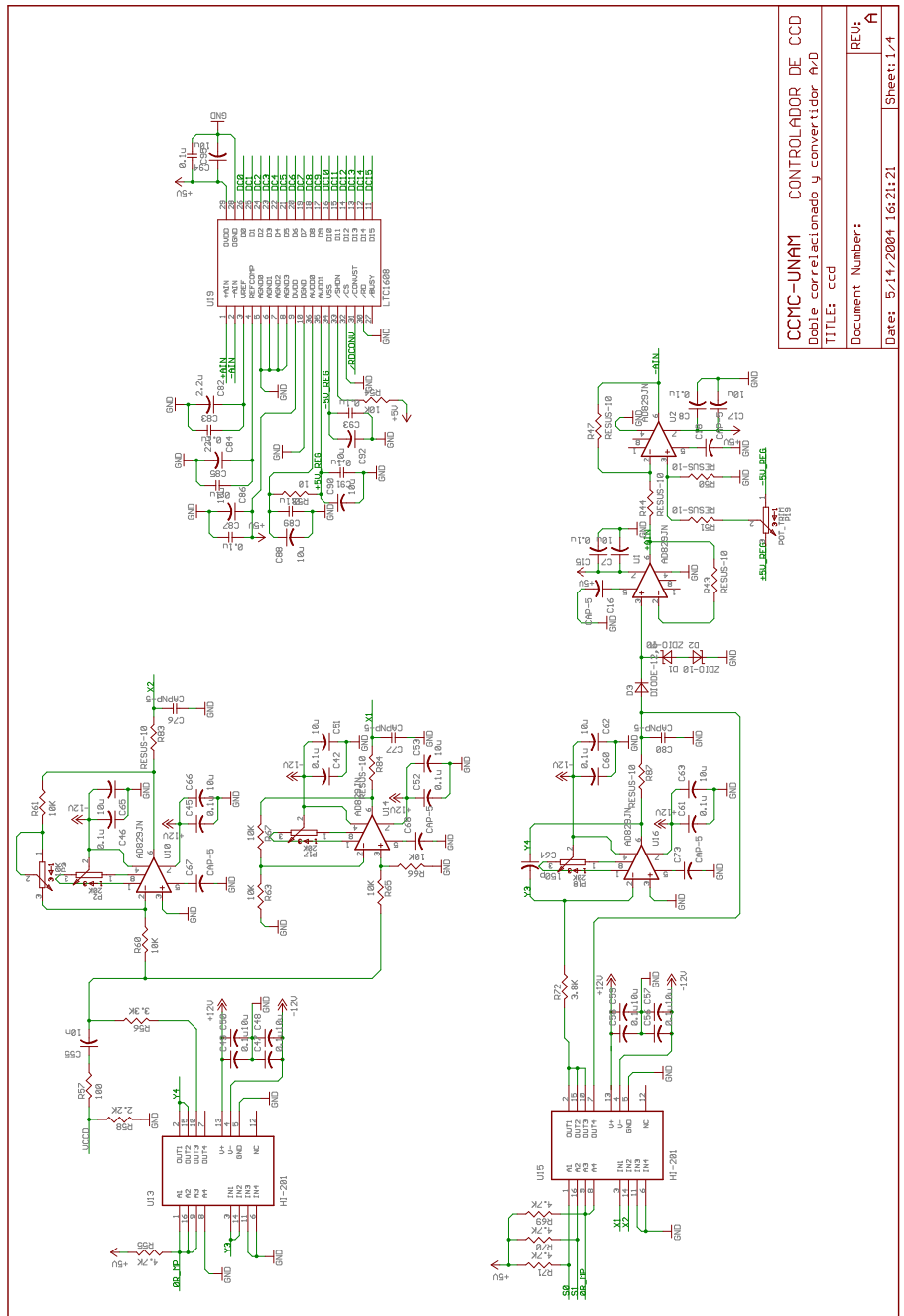
Figura 4.6: COMPONENTES AMPLIFICADORES GUIADOR G2M



5/14/2004 16:27:06 f=0.6000 /tmp/ood.sch (Sheet: 1/4)

Figura 4.7: Página 1, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M

CCM-UNAM CONTROLADOR DE CCD	
Fuentes, conmutadores y referencias.	
TITLE: ccd	REU: A
Document Number:	Sheet: 1/4



CCM-UNAM CONTROLADOR DE CCD	
Doble correlacionado y convertidor A/D	
TITULO: ccd	
Document Number:	REU:
Date: 5/14/2004 16:21:21	Sheet: 1/4

5/14/2004 16:27:06 f=0.6000 /tmp/ood.sch (Sheet: 2/4)

Figura 4.8: Página 2, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M

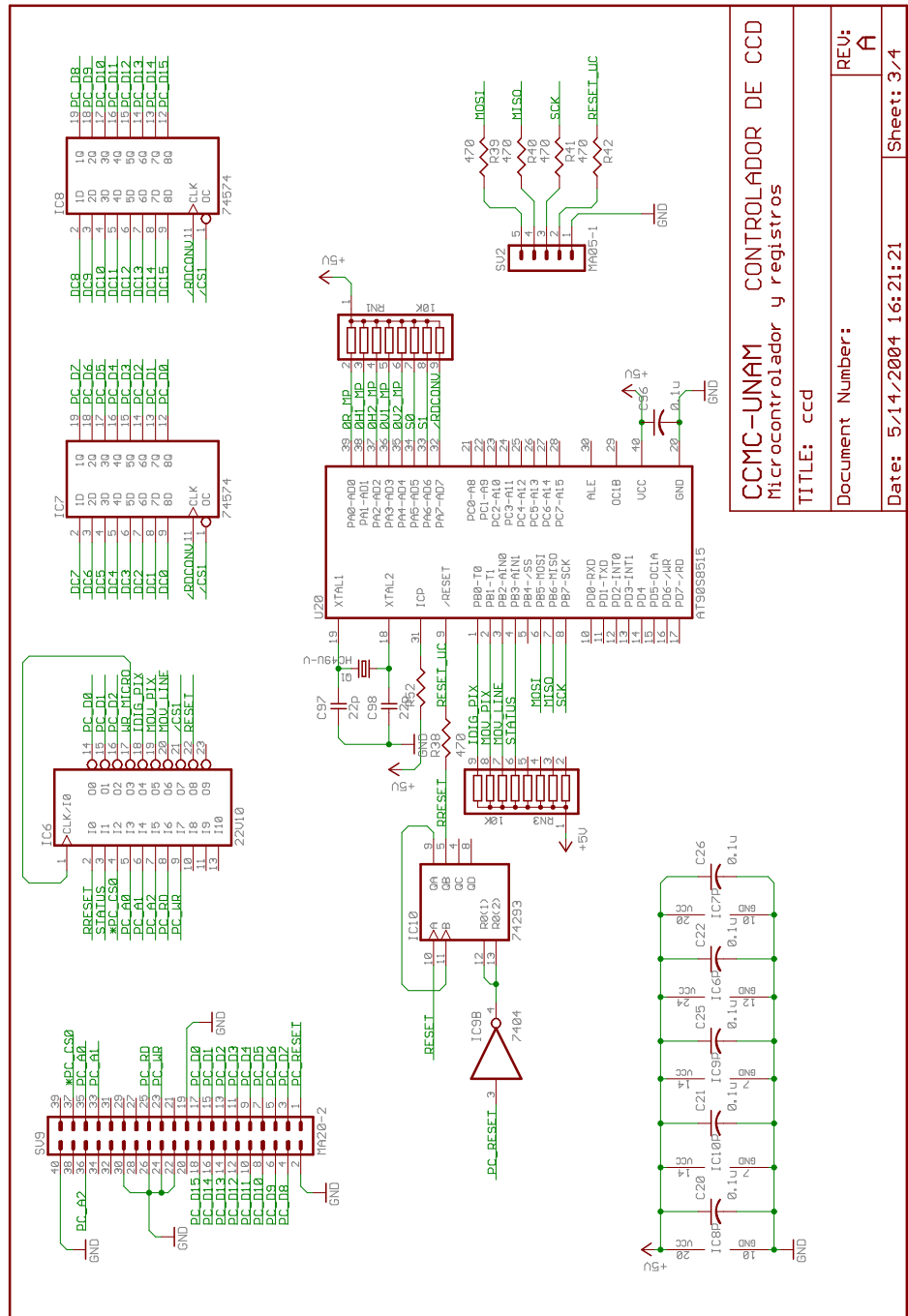
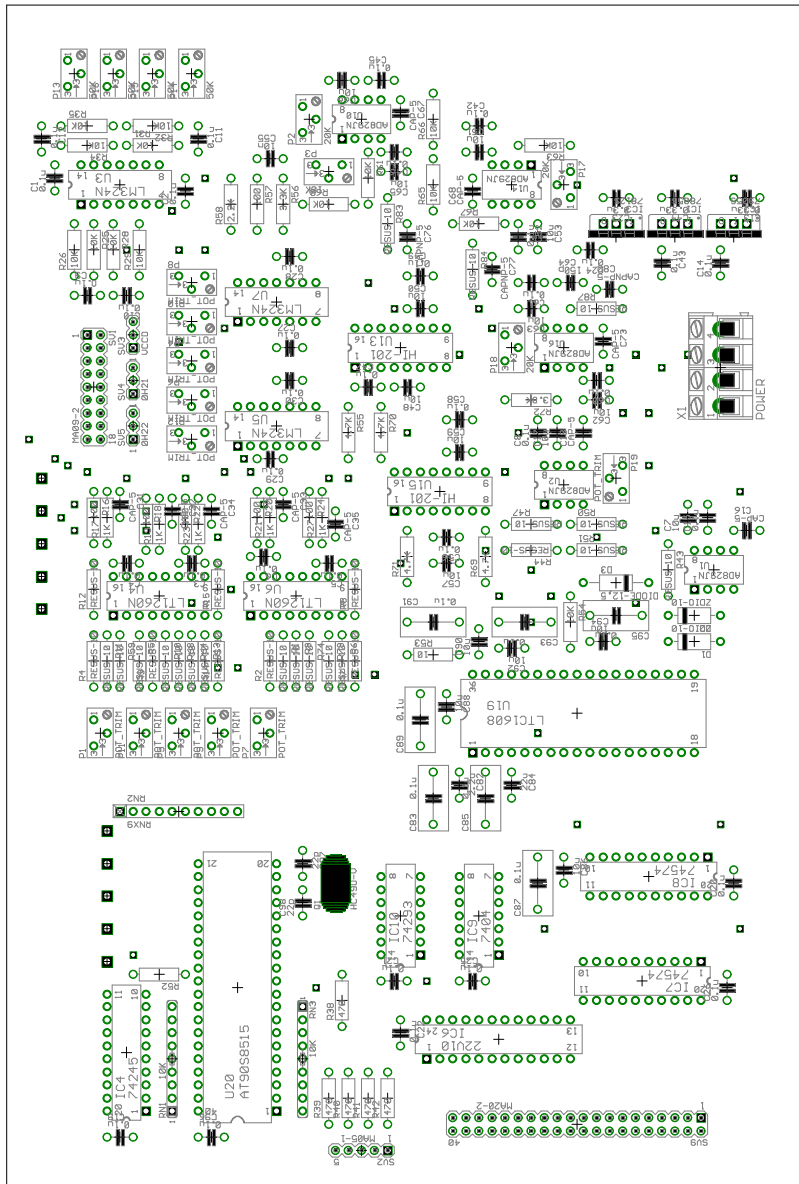


Figura 4.9: Página 3, esquemático CCD KODAK GUIADOR G2M



5/14/2004 16:31:09 f=0.8500 /tmp/ccd.brd

Figura 4.10: COMPONENTES CCD KODAK GUIADOR G2M