[33] Rao, M. V. S. and Sinha, S. (1988). J. Phys. G: Nucl. Phys., **14**, 811.
[34] Arqueros, F., Karle, A., Lorenz, E. *et al.* (HEGRA Collaboration) (1995). *Preprint FAMN 1/95*, Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid.
[35] Schaefer, B. E., Barthelmy, S. D., Palmer, D. M. *et al.* (1994). *Astrophys. J. Lett.*, **422**, L71.
[36] Piran, T. and Narayan, R. (1995). *Proc. 3rd Huntsville Symp. on GRB*.
[37] Alexandreas, D. E., Allen, G. E., Berley, D. *et al.* (1994). *Astrophys. J. Lett.*, **426**, L1.
[38] Alexandreas, D. E., Berley, D., Biller, S. *et al.* (1993). Nucl. Inst. and Meth., **A328**, 570.
[39] Meegan, C. A., Fishman, G. J., Horack, J. M. *et al.* (1993). *The Second BATSE Burst Catalog*, Compton Observatory Science Support Center, http://cossc.gsfc.nasa.gov/cossc/BATSE.html.
[40] Biller, S., Alexandreas, D. E., Allen, G. E. *et al.* (1994). *Astrophys. J.*, **423**, 714.
[41] Aguilar-Benítez, M. *et al.* (Particle Data Group) (1992). *Phys. Rev. D Rev. of Part. Prop.*, **45**, 32.

10. Referencias

[42] Strong, I. B. *et al.* (1973). *Los Alamos Conf. on Transient Cosmic Gamma and X-ray sources*, no publicado.
[43] Klebesadel, R. W., Strong, I. B. and Olson, R. A. (1973). *Astrophys. J. Lett.*, **182**, L85.
[44] Mazets, E. P. and Golenetskii, S. V. (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 47.
[45] Barat, C., Chambon, G., Hurley, K. *et al.* (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 83.
[46] Boer, M. *et al.* (1986). *Adv. Space Res.*, **6** (4), 97.
[47] Klebesadel, R. W., Evans, W. D. and Laros, J. G. (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 5.
[48] Teegarden, B. J. and Cline, T. L. (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 181.
[49] Forrest, D. J., Chupp, E. L., Ryan, J. M. *et al.* (1980). *Solar Phys.*, **65**, 15.
[50] Knight, F. K., Matteson, J. L. and Peterson, L. E. (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 21.
[51] Evans, W. D., Fenimore, E. E., Klebesadel, R. W. *et al.* (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 35.
[52] Murakami, T. *et al.* (1989). *Publ. Astron. Soc.*, *Japan*, **41**, 405.
[53] Paul, J. *et al.* (1990). *Proc. XXVIII COSPAR Meeting*, The Hague.
[54] Fishman, G. J. *et al.* (1985). *Proc. XIX Int. Cosmic Ray Conf.*, **3**, 343, La Jolla.
[55] Fishman, G. J. *et al.* (1989). *Proc. Gamma Ray Observatory Science Workshop*, **2**, 39, NASA, Greenbert, MD.
[56] Lestrade, J. P. *et al.* (1993). *Astron. & Astrophys. Suppl.*, **97**, 79.
[57] Kuznetsov, A. V. *et al.* (1987). *Sov. Astron. Lett.*, **13** (6), 444.
[58] Barat, C., Hayles, R. J., Hurley, K. *et al.* (1984). *Astrophys. J.*, **285**, 791.
[59] Link, B., Epstein, R. I. and Priedhorsky, W. C. (1993). *Astrophys. J. Lett.*, **408**, L81.
[60] Bhat, P. N., Fishman, G. J., Meegan, C. A. *et al.* (1992). *Nature*, **359**, 217.
[61] Mitrofanov, I. G. (1989). *Astrophys. & Space Sci.*, **155**, 141.
[62] Mazets, E. P., Golenetskii, S. V., Ilyinskii, V. N. *et al.* (1979). *Nature*, **282**, 587.
[63] Wood, K. S., Byram, E. T., Chubb, T. A. *et al.* (1981). *Astrophys. J.*, **247**, 632.
[64] Pizzichini, G. (1981). *Astrophys. & Space Sci.*, **75**, 205.
[65] Chambon, G. (1982). *Doctoral Thesis 1045*, UPS, Toulouse, France.
[66] Barat, C., Hurley, K., Niel, M. *et al.* (1984). *Astrophys. J. Lett.*, **286**, L5.
[67] Mazets, E. P., Golenetskii, S. V., Guryan, Y. A. *et al.* (1982). *Astrophys. & Space Sci.*, **84**, 173.
[68] Loznikov, V. and Kuznetsov, A. V. (1982). *Preprint 743*, Acad. Sci. USSR.
[69] Golenetskii, S. V., Ilyinskii, V. N. and Mazets, E. P. (1984). *Nature*, **307**, 41.
[70] Golenetskii, S. V. *et al.* (1987). *Sov. Astron. Lett.*, **13** (3), 166.
[71] Liang, E. P. (1981). *Nature*, **292**, 319.
[72] Laros, J. G. *et al.* (1986). *Nature*, **322**, 152.
[73] Laros, J. G. *et al.* (1987). *Astrophys. J. Lett.*, **320**, L111.
[74] Atteia, J. L. *et al.* (1987). *Astrophys. J. Suppl.*, **64**, 305.
[75] Mazets, E. P. and Golenetskii, S. V. (1981). *Astrophys. & Space Phys. Rev.*, **1**, 205.
[76] Kouveliotou, C. *et al.* (1993). *Nature*, **362**, 728.
[77] Melia, F. and Fatuzzo, M. (1993). *Astrophys. J. Lett.*, **408**, L9.
[78] Liang, E. P., Jerigan, T. E. and Rodrigues, R. (1983). *Astrophys. J.*, **271**, 766.
[79] Matz, S. *et al.* (1985). *Astrophys. J. Lett.*, **288**, L37.
[80] Share, G. *et al.* (1988). *Adv. Space Res.*, **6**, 15.
[81] Band, D. *et al.* (1993). *Astrophys. J.*, **413**, 281.
[82] Helfand, D. J. and Vrtilek, S. D. (1983). *Nature*, **304**, 41.
[83] Imamura, J. N. and Epstein, R. I. (1987). *Astrophys. J.*, **313**, 711.
[84] Murakami, T. *et al.* (1991). *Nature*, **350**, 592.
[85] Lamb, D. Q. (1982). *In Gamma Ray Transients and Related Astrophysical Phenomena*, AIP Conf. Proc. **77**, 249.
[86] Lasota, J. P. and Belli, B. M. (1983). *Nature*, **304**, 139.
[87] Murakami, T. (1990). *Adv. Space Res.*, **10** (2), 63.
[88] Vedrenne, G. and Chambon, G. (1983). *Space Sci. Rev.*, **36**, 319.

[89] Vedrenne, G. (1984). *Adv. Space Res.*, **3** (10), 97.
[90] Teegarden, B. J. (1982). *In Gamma Ray Transients and Related Astrophysical Phenomena*, AIP Conf. Proc. **77**, 123.
[91] Band, D. *et al.* (1991). *Gamma-Ray Bursts*, AIP Conf. Proc. **265**, 169.
[92] Grindlay, J. E., Wright, E. L. and McCrosky, R. E. (1974). *Astrophys. J. Lett.*, **192**, L113.
[93] Hudec, R., Ceplecha, Z., Ehrlich, J. *et al.* (1984). *Adv. Space Res.*, **3** (10), 115.
[94] Gilman, D., Metzer, A. E., Parker, R. H. *et al.* (1980). *Astrophys. J.*, **236**, 951.
[95] Terrell, N., J., Fenimore, E. E., Klebesadel, R. W. *et al.* (1982). *Astrophys. J.*, **254**, 279.
[96] Barthelmy, S. D., Cline, T. L., Gehrels, N. *et al.* (1994). *In Gamma-Ray Bursts: Second Workshop*, 643, Huntsville, AL, USA.
[97] Moskalenko, E. I. *et al.* (1989). *Astron. & Astrophys.*, **223**, 141.
[98] Hudec, R. *et al.* (1990). *Astron. & Astrophys.*, **235**, 174.
[99] Schmidt, M., Higdon, J. C. and Hueter, G. (1988). *Astrophys. J. Lett.*, **329**, L85.
[100] Katz, J. I. (1993). *COMPTON Symp.*
[101] Bickert, K. F. and Greiner, J. (1993). *COMPTON Symp.*
[102] Hawking, S. W. (1974). *Nature*, **248**, 30.
[103] Paczynski, B. (1986). *Astrophys. J. Lett.*, **308**, L43.
[104] Paczynski, B. (1987). *Astrophys. J. Lett.*, **317**, L51.
[105] Norris, J. P., Nemiroff, R. J., Scargle, J. D. *et al.* (1994). *Astrophys. J.*, **424**, 540.
[106] Brainerd, J. J. (1994). *Astrophys. J. Lett.*, **428**, L1.
[107] Jokipii, J. R. and Morfill, G. (1991). *Astrophysical Aspect of the Most Energetic Cosmic Rays* (World Scientific Publishing).
[108] Ip, W. H. and Axford, W. I. (1992). *Particle Acceleration in Cosmic Plasmas* (Newark).
[109] Rachen, J. P. and Biermann, P. L. (1992). *Astron. & Astrophys.*, **18**.
[110] Fermi, E. (1954). *Astrophys. J.*, **119**, 1.
[111] Sreekumar, P. *et al.* (1993). *Phys. Rev. Lett.*, **70**, 127.
[112] Greisen, K. (1966). *Phys. Rev. Lett.*, **16**, 748.
[113] Zatsepin, A. M. and Kuzmin, V. A. (1966). *JETP Lett.*, **4**, 78.
[114] Greisen, K. (1956). *Prog. Cosmic Ray Phys.*, **3**, 1.
[115] Gaisser, T. K. (1990). *Cosmic Rays and Particle Physics* (Cambridge University Press).
[116] Samorski, M. and Stamm, W. (1983). *Astrophys. J. Lett.*, **268**, L17.
[117] Burnett, T. H. *et al.* (1991). *Astrophys. J.*, **362**, 383.

11. Apéndice A: Mejoras de AIROBICC

En este apéndice se describe una de las futuras mejoras de AIROBICC en la que el autor ha estado trabajando. Se trata de un sistema automatizado de registro y control de los parámetros de los fotomultiplicadores de las estaciones de AIROBICC. Un ordenador vigila el voltaje entre ánodo y cátodo (y lo controla), la corriente de ánodo y la tasa de activación del discriminador (CFD).

El funcionamiento del sistema es el siguiente: el ordenador suministra la tensión deseada a los fotomultiplicadores a través de DACs (***D**igital to **A**nalog **C**onverter* - convertidor analógico digital) y vigila la tensión, la corriente y la tasa de activación de los CFDs mediante ADCs y contadores. Puede leer la tensión y la corriente de 6 casetas simultáneamente, seleccionadas mediante registros de salida; el resto de las casetas son controladas sucesivamente de manera continua. La ventaja de este sistema de vigilancia y control automatizado frente al manual usado por el momento, es que el ordenador puede desconectar rápidamente una caseta averiada antes de producirse daños irreversibles (por ejemplo una subida peligrosa de la corriente de ánodo). El sistema automático permite que se escriba la evolución de los parámetros de cada caseta con el tiempo, lo que puede ayudar enormemente en el tema de la calibración de la ganancia de un fotomultiplicador respecto de los demás. Por último este sistema permitirá el cambio automático del modo de operación de AIROBICC cuando surjan condiciones especiales, por ejemplo puede subir el voltaje de los fotomultiplicadores temporalmente para incrementar la ganancia cuando se reciba la alerta de un GRB mediante el sistema BACODINE, o bien puede bajar la ganancia cuando la Luna aparezca por encima del horizonte y así incrementar el tiempo de funcionamiento de AIROBICC.

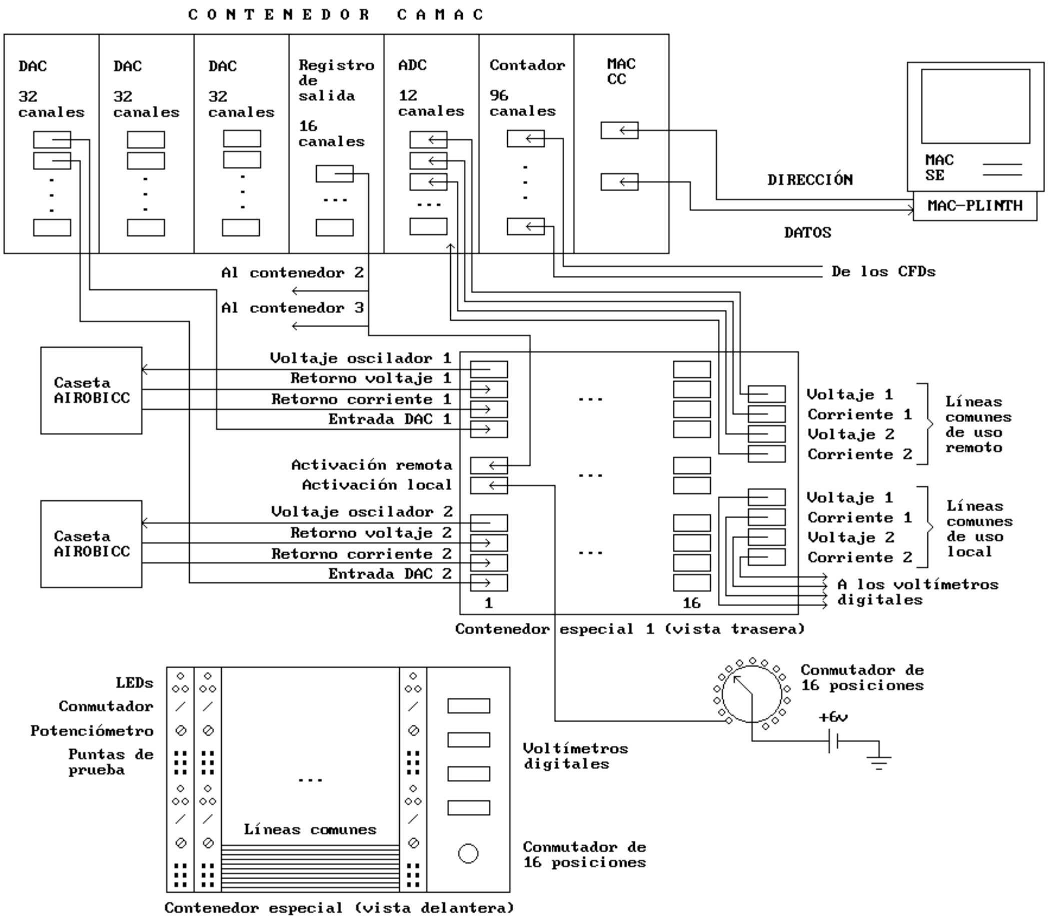

Figura 11.1: Diagrama esquematizando el nuevo diseño del sistema de registro y control de las parámetros de las estaciones de AIROBICC.

El sistema está basado en el estándar de adquisición de datos CAMAC y se encuentra esquematizado en la Figura 11.1. Consta de un ordenador MacIntosch SE conectado al sistema CAMAC mediante una tarjeta MAC-PLINTH (opcionalmente el ordenador puede ser sustituido por el controlador del FASTBUS usado en la toma de datos de HEGRA). El CAMAC tiene cuatro tipos diferentes de módulos más el controlador enlazado con el MAC-PLINTH. Los módulos utilizados son:

• Contadores (96 canales, uno por cada caseta de AIROBICC) conectados a una de las salidas digitales de los CFDs para vigilar la tasa de disparo de los fotomultiplicadores.

• ADCs (12 canales, cuatro por cada contenedor especial) conectados a los retornos indicadores de la corriente y el voltaje de las casetas de AIROBICC a través de tarjetas especiales.

• DACs (96 canales, uno por caseta) conectados a las tarjetas especiales encargadas de suministrar la alimentación de los osciladores que generan el alto voltaje para los fotomultiplicadores.

• Registros de salida (16 canales, uno por cada tarjeta, siendo compartido cada canal por los tres contenedores especiales) conectados a las mismas tarjetas especiales que los DACs y que activan el canal que el ordenador desea leer.

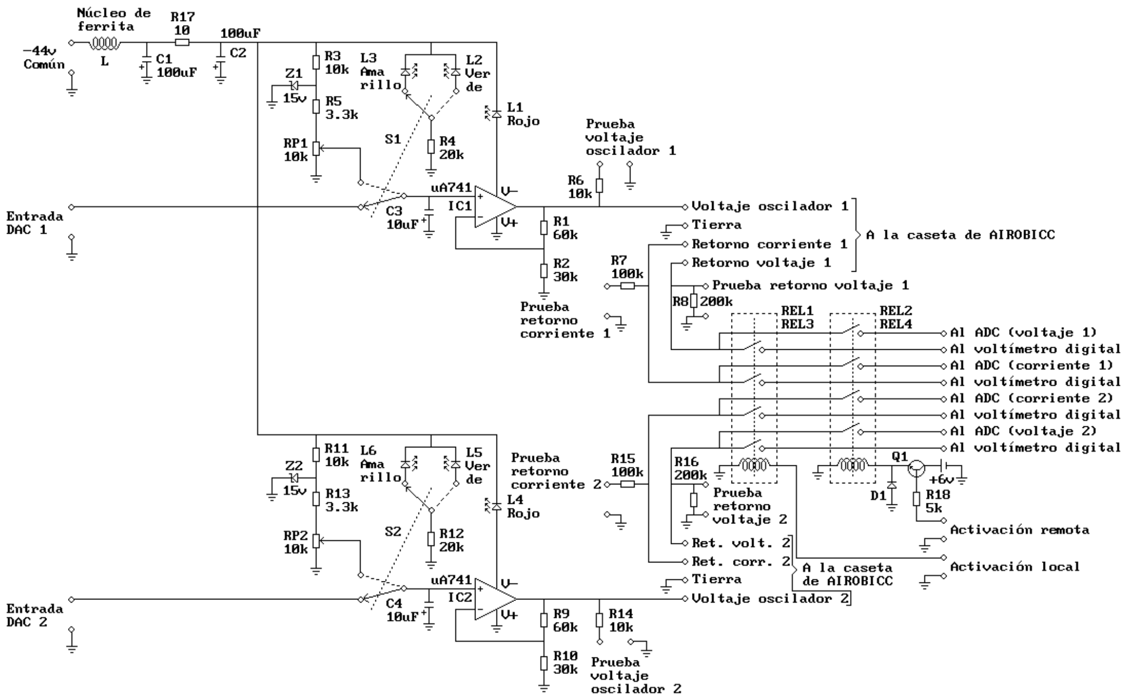

Figura 11.2: Esquema eléctrico simbólico de las tarjetas especiales.

11.1 Descripción de las tarjetas especiales

Las tarjetas especiales conectadas a los DACs son un diseño específico del autor en colaboración con el doctor E. Lorenz. Su misión es doble, por una parte se encargan de distribuir al CAMAC las señales indicadoras del voltaje y la corriente de los fotomultiplicadores que el ordenador desea leer, y por otra parte permiten desconectar cada caseta del sistema automático y controlar su voltaje manualmente como se viene haciendo por el momento. De esta forma se tienen dos ventajas: se ahorra en el número de canales de ADC necesarios para vigilar el sistema (de 96 a 12) y se permite el retorno al modo antiguo de funcionamiento de una manera rápida y simple en caso de fallo de algún componente del sistema automatizado de control. El esquema lógico está representado en la Figura 11.2 y su diseño práctico en la Figura 11.3. Cada tarjeta recibe y controla las señales de dos casetas de AIROBICC, esto es, alberga dos canales. Las tarjetas se insertan en un contenedor que tiene capacidad para 16 de ellas y las interconecta a través de líneas comunes. Cada canal posee los siguientes elementos principales:

• Un interruptor que selecciona el modo de funcionamiento entre manual y automático, el cual es indicado por el color de unos LEDs (verde para manual y amarillo para automático).

• Un potenciómetro permite regular la tensión entre ánodo y cátodo del fotomultiplicador en caso de seleccionar el modo manual de operación; en el modo automático la tensión es controlada mediante los DACs. La salida de estos módulos sólo alcanza 10 voltios como máximo, que es insuficiente para generar la tensión nominal de los fotomultiplicadores a través de los osciladores, por ello se ha incluido un amplificador operacional que triplica aproximadamente la tensión de salida del DAC.

• Conectado en serie con la alimentación del amplificador operacional se ha colocado un LED rojo cuya intensidad luminosa será proporcional a la corriente consumida por el oscilador de la caseta, de esta forma podrá verificarse visualmente de forma rápida si todas las casetas están funcionando adecuadamente.

• Por último, también existen un par de relés que se abren bajo el control del registro de salida del CAMAC y de un conmutador manual respectivamente. Su misión es mandar los retornos de las casetas al ADC (por las líneas comunes) sólo cuando el canal es activado por el ordenador, o bien independientemente, enviar estas señales a unos medidores de voltaje digitales acoplados al contenedor de las tarjetas cuando el canal es activado mediante el conmutador manual. De esta forma un operador puede verificar manualmente el valor de los parámetros de los fotomultiplicadores sin perturbar las operaciones que el ordenador pueda llevar a cabo simultáneamente. Para vigilar los parámetros de los fotomultiplicadores de una manera independiente en caso de fallo de los voltímetros digitales adosados, han sido incorporadas unas puntas de prueba en las tarjetas y así se puede utilizar un voltímetro portátil.

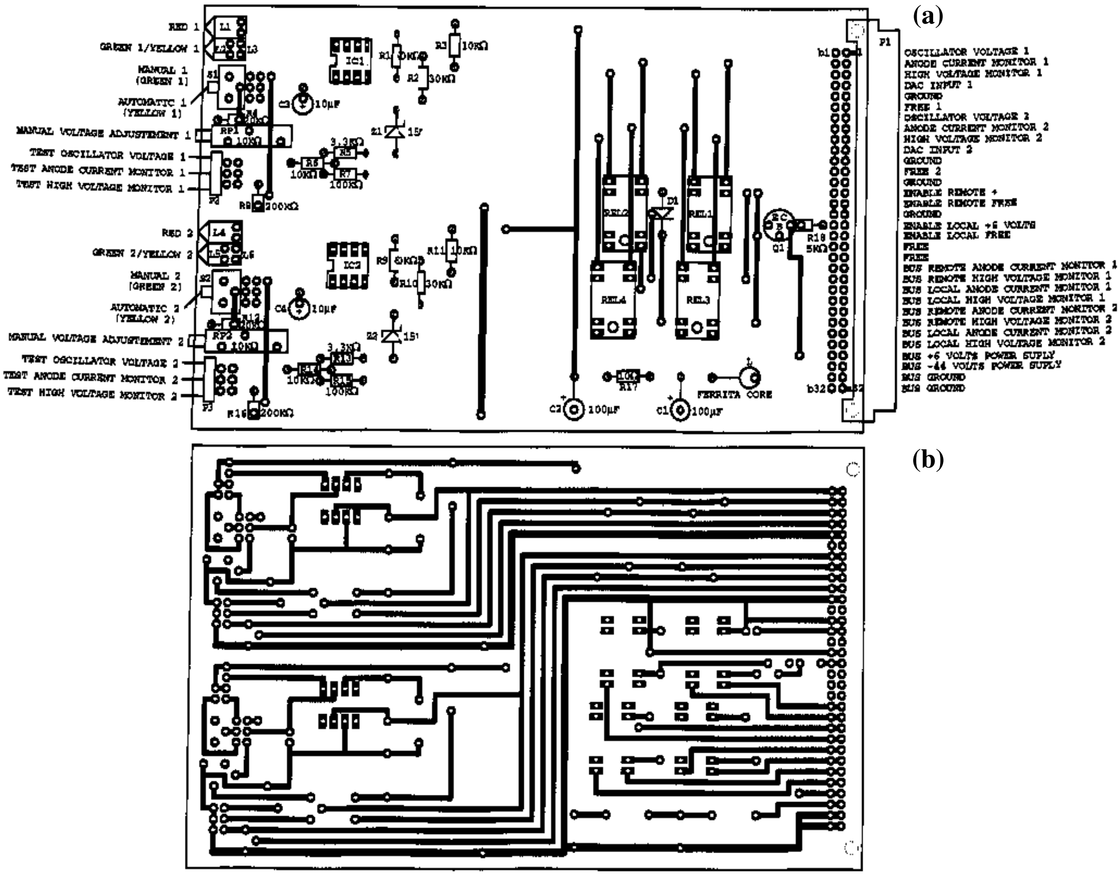

Figura 11.3: Diseño eléctrico práctico de las tarjetas especiales. La representación está a un 50% del tamaño real. **(a)** Vista superior. **(b)** Vista inferior.

12. Apéndice B: La colaboración HEGRA

La colaboración HEGRA consta, a fecha de la escritura de este trabajo, de los siguientes miembros:

F. Aharonian[1], A. G. Akhperjanian[2], A. S. Belgarian[2], J. G. Beteta[3], S. M. Bradbury[4], J. L. Contreras[3], J. Cortina[3], A. Daum[1], T. Deckers[5], E. Feigl[4], J. Fernández[3], V. Fonseca[3], B. Funk[6], J. C. González[3], V. Haustein[7], G. Heinzelmann[7], G. Hermann[1], M. Hess[1], A. Heusler[1], W. Hofmann[1], R. Kankanian[1,2], O. Kirstein[5], C. Köhler[1], A. Konopelko[1], H. Kornmayer[4], H. Krawczynski[7], A. Lindner[7], E. Lorenz[4], N. Magnussen[6], H. Meyer[6], R. Mirzoyan[2,3,4], H. Möller[6], A. Moralejo[3], N. Müller[5], **L. Padilla[3*]**, M. Panter[1], D. Petry[4], R. Plaga[4], J. Prahl[7], C. Prosch[4], G. Rauterberg[5], W. Rhode[6], V. Sahakian[2], M. Samorski[5], J. A. Sánchez[3], D. Schmele[7], W. Stamm[5], M. Ulrich[1], H. J. Völk[1], S. Westerhoff[6], B. Wiebel-Sooth[6], C. A. Wiedner[1], M. Willmer[5] y H. Wirth[1].

Instituciones que participan:

[1]Max-Planck-Institut für Kernphysik, P. O. Box 103980, D-69029 Heidelberg, Germany.
[2]Yerevan Physics Institute, Yerevan, Armenia.
[3]Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, Spain.
[4]Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, D-80805 München, Germany.
[5]Universität Kiel, Institut für Kernphysik, Olshausenstr. 40, D-24118 Kiel, Germany.
[6]BUGH Wuppertal, Fachbereich Physik, Gaußstr. 20, D-42119 Wuppertal, Germany.
[7]Universität Hamburg, II Institut für Experimentalphysik, Luruper Chausee 149, D-22761 Hamburg, Germany.

*** Dirección de correo electrónico: padilla@eucmdx.gae.ucm.es**

13. Apéndice C: Publicaciones

Este trabajo supone una actualización y mejora del que fue previamente presentado en dos congresos internacionales:

• La 24ª Conferencia Internacional de Rayos Cósmicos (XXIV ICRC, Roma, 1995):

- Search for Short Time Emission in the UHE Range above 20 TeV with the HEGRA Detector.
L. Padilla, J. C. González *et al.*

• El 3er Simposio sobre GRBs (Huntsville, 1995):

- Status of the High Energy Counterpart Search with the HEGRA Experiment.
B. Funk, H. Krawczynski, L. Padilla *et al.*

La contribución a la conferencia de Roma se incluye a continuación. En la actualidad está en preparación un artículo que resume el presente trabajo y que será enviado para su publicación próximamente.