

Correspondencia entre el Ángulo de Posición en el cielo (PA) y el Ángulo de la Platina (PL) para los espectrógrafos de rendija larga del telescopio de 2.1m del OAN-SPM.

G. Melgoza.

Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México.
Observatorio Astronómico Nacional
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

RESUMEN:

El presente trabajo tiene como finalidad facilitar el entrenamiento y el trabajo cotidiano del operador de telescopio de 2.1m y del astrónomo residente, al atender temporadas con los espectrógrafos de rendija larga (e.g. Mezal, B&Ch) en cuanto al posicionamiento de la rendija

sobre los objetos a estudiar. Se presenta una tabla de correspondencias entre el ángulo de posición solicitado por el astrónomo y el ángulo al que finalmente se posiciona la platina, así como un código en PYTHON para calcularlo.

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 3. SOLUCIÓN | 6 |
| 4. IMPLEMENTACIÓN | 6 |
| 5. EJEMPLOS | 9 |
| 6. CONCLUSIONES | 10 |
| 7. AGRADECIMIENTOS | 10 |
| 8. REFERENCIAS | 11 |
| APÉNDICE A: CÓDIGO EN PYTHON PARA EL CÁLCULO DE ÁNGULOS DE PLATINA, DADO UN PA | 12 |

1. INTRODUCCIÓN

El Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, B. C. (OAN-SPM) cuenta en la actualidad con dos espectrógrafos de rendija larga, uno de mediana/baja dispersión y otro de alta dispersión. Las observaciones con rendija larga son importantes para la obtención de espectros de objetos extendidos, tales como galaxias, nebulosas, etc., aunque también se usan en la observación de objetos puntuales. El posicionamiento correcto de la platina, permite que la rendija cruce los objetos por las zonas de interés, facilitando la obtención de espectros bidimensionales que posteriormente se analizan para obtener parámetros físicos y químicos de cada región. Los espectrógrafos de rendija larga actualmente disponibles en el OAN-SPM son el Manchester Echelle Spectrograph (conocido con el sobrenombre de MEZCAL; Meaburn et al. 2003), y el Boller & Chivens (Perkin-Elmer, Co. 1975), además se encuentra en desarrollo un nuevo espectrógrafo de resolución intermedia con una rendija de 10 arcmin de largo (ESOPO; Costero, Echevarría y González, 2007).

El instrumento Manchester Echelle Spectrograph, o MEZCAL, es un espectrógrafo Echelle de rendija larga (6.5 arcmin) que se utiliza principalmente para obtener espectros de alta dispersión de nebulosas gaseosas, aunque también se ha utilizado en proyectos estelares y extragalácticos (e.g. Roche, 2007). Por otra parte, el espectrógrafo Boller & Chivens, que también es de rendija larga, trabaja en modos de mediana y baja dispersión (Perkin-Elmer, Co. 1975).

Los resultados que aquí se presentan se obtuvieron en base a la experiencia y fueron motivados por la necesidad de interpretar, de manera sencilla, el ángulo de platina que necesita el observador para el estudio de sus objetos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La platina del telescopio de 2.1m del OAN-SPM es la pieza del telescopio en la cual se montan los instrumentos que se utilizan para los distintos proyectos observacionales, tales como cámaras directas, instrumentos infrarrojos, espectrógrafos, etc. Esta pieza gira sobre el eje óptico del telescopio, permitiendo rotar los instrumentos. En el caso particular de los espectrógrafos de rendija larga, esto es muy útil para colocar la rendija sobre las zonas de interés para el observador.

Generalmente, el observador prepara su temporada sabiendo el ángulo de posición (PA) que utilizará para cada objeto. Pueden ser uno o varios ángulos diferentes, o un mismo ángulo pero trasladado para que pase por distintas zonas. El PA puede ser positivo o negativo ($\pm 180^\circ$) o sólo positivo (de 0° a 360°), pero

invariabilmente la posición de 0° corresponde a la dirección Norte-Sur sobre el plano del cielo, y los ángulos positivos crecen hacia la dirección Este (ver *Figura 1*).

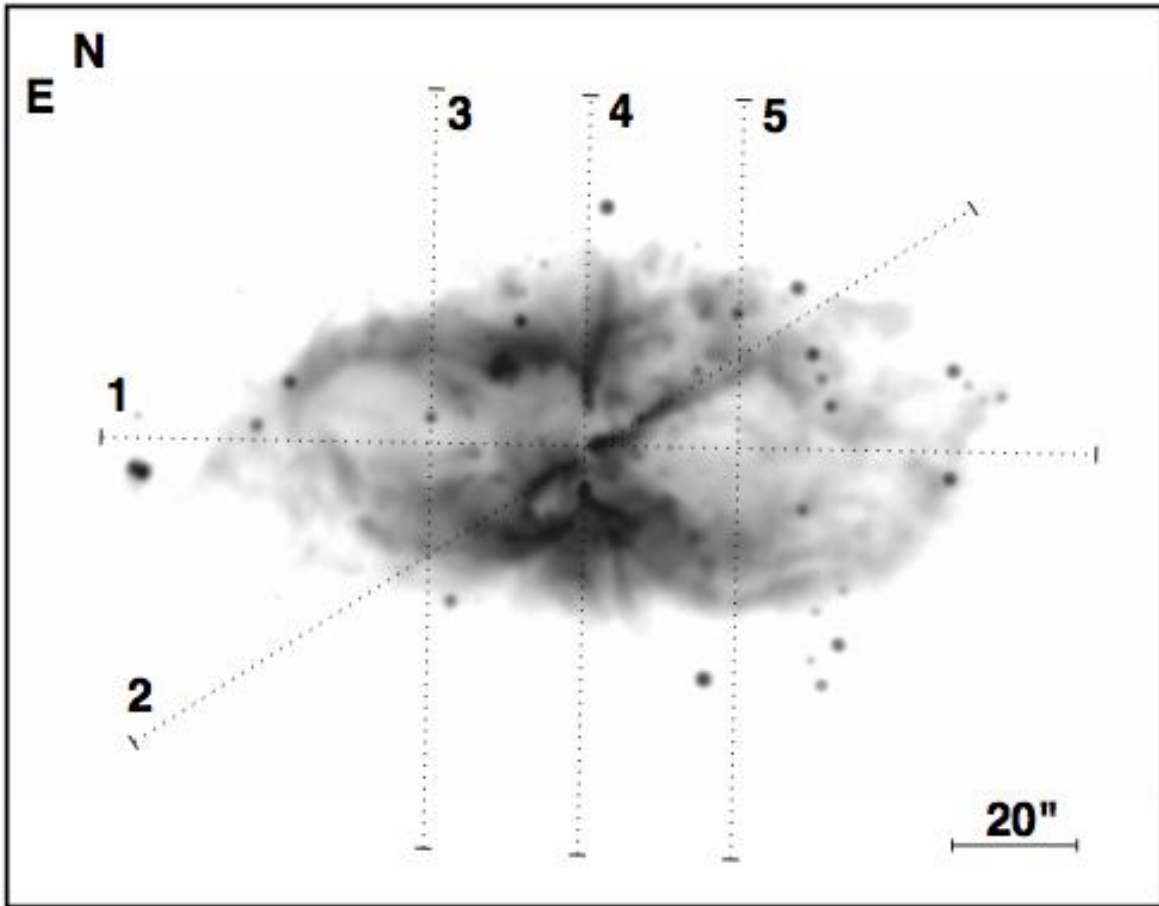


Figura 1: Imagen en [N II] de la nebulosa planetaria NGC 2818 tomada con el Hubble Space Telescope. Las posiciones de rendija, observadas con Mezcal, se encuentran señaladas a diferentes PAs: $+89^\circ$ (1), $+123^\circ$ (2) y -1° (3, 4 y 5). Imagen tomada de Vázquez (2012).

La platina cuenta con un goniómetro que indica el ángulo de rotación de la misma, comúnmente conocido como ángulo de platina (PL). De acuerdo al procedimiento de instalación (Colorado et al. 2003; López et al. 2010), el espectrógrafo Mezcal se posiciona, por omisión, con el PA en 0° (ver *Figura 2*). Una vez que en la noche de ingeniería se determina que esta posición es correcta, con una precisión de ± 3 píxeles (para un detector de 1024 píxeles), el contador del goniómetro se ajusta para que marque $PL=0^\circ$. Esto se logra siguiendo una estrella sobre la rendija, de un extremo a otro del CCD, en dirección Norte-Sur.

Por otra parte, para el caso del Boller & Chivens (B&Ch), la posición $PL=0^\circ$ corresponde a $PA=90^\circ$, y la verificación del ángulo de posición se realiza siguiendo una estrella sobre la rendija ahora en la dirección Este-Oeste.



Figura 2: Fotografía de Mezcal en su posición por omisión ($PL=0^\circ$). Nótese que a pesar de que la rendija está orientada Norte-Sur, el instrumento está orientado en el eje Este-Oeste, con el cuerpo del instrumento hacia el Oeste y el contrapeso hacia el Este. Fotografía tomada de López et al. (2010).

Existen cuatro factores que se deben considerar cuando el observador solicita que se gire la platina a un PA determinado:

1. El contador del goniómetro no maneja ángulos negativos, es decir, el rango permitido de PL va de 0° a 360° .
2. El ángulo PL crece hacia el oeste, es decir, en dirección contraria al PA.
3. Los cables que conectan los espectrógrafos y su instrumentación asociada, tanto a la corriente eléctrica como a otros dispositivos electrónicos, sufren torsión y estiramiento cuando se rota la platina.

4. En el caso de Mezcal, el cuerpo (brazo) del espectrógrafo es muy largo por lo que éste interfiere con el movimiento del eje de declinación del telescopio en determinadas posiciones.

Los primeros dos puntos pueden resumirse en una fórmula sencilla que es lo que cotidianamente se usa. A continuación presentamos la adaptación de la fórmula para cada espectrógrafo.

Mezcal.

$PL=360^\circ-PA$ (para $PA>0^\circ$) y $PL=0^\circ-PA$ (para $PA\leq 0^\circ$). Es decir, si el observador requiere un $PA=-15^\circ$, el operador mueve la platina a $PL=15^\circ$, mientras que si lo que necesita el observador es $PA=+32^\circ$, el operador mueve la platina a $PL=328^\circ$.

Por otra parte, los puntos tercero y cuarto nos limitan el movimiento de la platina a no más de 180° alrededor de la posición central (0°), es decir, que los ángulos permitidos serían $90^\circ\leq PA\leq -90^\circ$, lo que en platina se traduciría a $PL\leq 90^\circ$ y $PL\geq 270^\circ$. La experiencia nos indica que estos límites no son absolutos, ya que en determinadas circunstancias se puede hacer uso de un margen de tolerancia de acuerdo a la posición del telescopio y después de una verificación visual del estado del cableado. Sin embargo, por seguridad de los instrumentos, se recomienda seguir estos límites en la medida de lo posible, toda vez que no causan ningún problema en la observación a la vez que mantienen seguro al instrumento.

B&Ch.

$PL=90^\circ-PA$ (para $0^\circ\leq PA<90^\circ$), $PL=450^\circ-PA$ (para $90^\circ\leq PA<360^\circ$). Para PAs negativos tendríamos $PL=90^\circ-PA$ (para $0^\circ>PA\geq -180^\circ$). Siguiendo los ejemplos anteriores, si el observador requiere un $PA=-15^\circ$, el operador mueve la platina a $PL=105^\circ$ (aunque sería más recomendable 285°), mientras que si lo que necesita el observador es $PA=+32^\circ$, el operador mueve la platina a $PL=58^\circ$.

Al igual que en el caso del espectrógrafo Mezcal, lo conveniente es limitar el movimiento de la platina a $\pm 90^\circ$ alrededor de su posición de reposo (0°), lo que significaría que los valores apropiados de PA serían: $0^\circ\leq PA<180^\circ$, evitando en los posibles los PAs negativos.

Como se ha explicado en los párrafos anteriores, tomar en cuenta las consideraciones es muy sencillo, sin embargo, dado que se trata de una operación manual, la combinación de factores de salud y las condiciones de montaña pueden influir en la producción de errores humanos aún en cálculos sencillos (Reséndiz 2014).

3. SOLUCIÓN

Para minimizar problemas de confusión en el posicionamiento correcto del ángulo de la platina se realizaron las siguientes soluciones:

1. Elaboración de una tabla específica para los espectrógrafos de rendija larga Mezcal y B&Ch, con las soluciones a las ecuaciones de transformación de PA a PL para cada ángulo, uno por uno, incluyendo el ángulo proveniente de la fórmula y su ángulo suplementario, indicando cuál de los dos se sugiere utilizar por estar dentro del intervalo de seguridad ($PL \leq 90^\circ$ y $PL \geq 270^\circ$).
2. Creación de un programa en PYTHON para el cálculo específico de un ángulo, con el objetivo de correrlo en la computadora del operador.

4. IMPLEMENTACIÓN

En la Tabla 1 se muestra la primera solución aplicada al espectrógrafo Mezcal, la cual consiste de seis grupos de tres columnas cada uno.

La primera columna corresponde al PA deseado, y las otras dos son los dos valores del PL: el que resulta directamente de la fórmula, y su complementario (ángulo positivo, menor de 360° que resulta de sumar/restar 180° al valor de PL que se obtiene de las fórmulas).

Los valores de las columnas PL se encuentran en el intervalo de 0° a 360° . Los valores mayores a 270° corresponden a aquellos en que la platina será girada al oeste o derecha y los menores de 90° al este o izquierda.

Tanto los valores de PA como los valores recomendados de PL se encuentran resaltados en negritas.

El caso correspondiente al espectrógrafo B&Ch se presenta en la Tabla 2, cuyos valores fueron generados a partir de las formulas de la sección anterior. El formato de esta tabla es similar al de la tabla 1.

Una primera versión de estas tablas ha probado su utilidad al colocarlas en el cuarto de observación, al alcance tanto del operador de telescopio como del astrónomo residente y del observador.

En la *Figura 3* ilustramos la relación entre PL y PA, para el caso del Mezcal, mediante una “rosa de los vientos” graduada. Los números de color gris (externos), equivalen a los valores para el PA (de 0° a 360°), mientras que los de color negro (internos) corresponden al PL (de 0° a 360°). Nótese que la orientación de esta figura es astronómica (como se ve en el cielo) y no geográfica.

Adicionalmente he programado un sencillo código en PYTHON para que calcule el PL dado un PA cualquiera. El código se encuentra como apéndice al final de este reporte, y ya está corriendo en la computadora del operador.

TABLA 1

Ángulos de posición (PA) de la rendija del espectrógrafo MEZCAL requeridos por el observador y ángulos correspondientes en la platina del telescopio (PL). Los valores de PL que se encuentran en la zona de seguridad (valores sugeridos) se resaltan en negritas.

| PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL |
|----|---------|----|---------|----|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 1 | 359 179 | 31 | 329 149 | 61 | 299 119 | 91/-89 | 89 269 | 121/-59 | 59 239 | 151/-29 | 29 209 |
| 2 | 358 178 | 32 | 328 148 | 62 | 298 118 | 92/-88 | 88 268 | 122/-58 | 58 238 | 152/-28 | 28 208 |
| 3 | 357 177 | 33 | 327 147 | 63 | 297 117 | 93/-87 | 87 267 | 123/-57 | 57 237 | 153/-27 | 27 207 |
| 4 | 356 176 | 34 | 326 146 | 64 | 296 116 | 94/-86 | 86 266 | 124/-56 | 56 236 | 154/-26 | 26 206 |
| 5 | 355 175 | 35 | 325 145 | 65 | 295 115 | 95/-85 | 85 265 | 125/-55 | 55 235 | 155/-25 | 25 205 |
| 6 | 354 174 | 36 | 324 144 | 66 | 294 114 | 96/-84 | 84 264 | 126/-54 | 54 234 | 156/-24 | 24 204 |
| 7 | 353 173 | 37 | 323 143 | 67 | 293 113 | 97/-83 | 83 263 | 127/-53 | 53 233 | 157/-23 | 23 203 |
| 8 | 352 172 | 38 | 322 142 | 68 | 292 112 | 98/-82 | 82 262 | 128/-52 | 52 232 | 158/-22 | 22 202 |
| 9 | 351 171 | 39 | 321 141 | 69 | 291 111 | 99/-81 | 81 261 | 129/-51 | 51 231 | 159/-21 | 21 201 |
| 10 | 350 170 | 40 | 320 140 | 70 | 290 110 | 100/-80 | 80 260 | 130/-50 | 50 230 | 160/-20 | 20 200 |
| 11 | 349 169 | 41 | 319 139 | 71 | 289 109 | 101/-79 | 79 259 | 131/-49 | 49 229 | 161/-19 | 19 199 |
| 12 | 348 168 | 42 | 318 138 | 72 | 288 108 | 102/-78 | 78 258 | 132/-48 | 48 228 | 162/-18 | 18 198 |
| 13 | 347 167 | 43 | 317 137 | 73 | 287 107 | 103/-77 | 77 257 | 133/-47 | 47 227 | 163/-17 | 17 197 |
| 14 | 346 166 | 44 | 316 136 | 74 | 286 106 | 104/-76 | 76 256 | 134/-46 | 46 226 | 164/-16 | 16 196 |
| 15 | 345 165 | 45 | 315 135 | 75 | 285 105 | 105/-75 | 75 255 | 135/-45 | 45 225 | 165/-15 | 15 195 |
| 16 | 344 164 | 46 | 314 134 | 76 | 284 104 | 106/-74 | 74 254 | 136/-44 | 44 224 | 166/-14 | 14 194 |
| 17 | 343 163 | 47 | 313 133 | 77 | 283 103 | 107/-73 | 73 253 | 137/-43 | 43 223 | 167/-13 | 13 193 |
| 18 | 342 162 | 48 | 312 132 | 78 | 282 102 | 108/-72 | 72 252 | 138/-42 | 42 222 | 168/-12 | 12 192 |
| 19 | 341 161 | 49 | 311 131 | 79 | 281 101 | 109/-71 | 71 251 | 139/-41 | 41 221 | 169/-11 | 11 191 |
| 20 | 340 160 | 50 | 310 130 | 80 | 280 100 | 110/-70 | 70 250 | 140/-40 | 40 220 | 170/-10 | 10 190 |
| 21 | 339 159 | 51 | 309 129 | 81 | 279 99 | 111/-69 | 69 249 | 141/-39 | 39 219 | 171/-9 | 9 189 |
| 22 | 338 158 | 52 | 308 128 | 82 | 278 98 | 112/-68 | 68 248 | 142/-38 | 38 218 | 172/-8 | 8 188 |
| 23 | 337 157 | 53 | 307 127 | 83 | 277 97 | 113/-67 | 67 247 | 143/-37 | 37 217 | 173/-7 | 7 187 |
| 24 | 336 156 | 54 | 306 126 | 84 | 276 96 | 114/-66 | 66 246 | 144/-36 | 36 216 | 174/-6 | 6 186 |
| 25 | 335 155 | 55 | 305 125 | 85 | 275 95 | 115/-65 | 65 245 | 145/-35 | 35 215 | 175/-5 | 5 185 |
| 26 | 334 154 | 56 | 304 124 | 86 | 274 94 | 116/-64 | 64 244 | 146/-34 | 34 214 | 176/-4 | 4 184 |
| 27 | 333 153 | 57 | 303 123 | 87 | 273 93 | 117/-63 | 63 243 | 147/-33 | 33 213 | 177/-3 | 3 183 |
| 28 | 332 152 | 58 | 302 122 | 88 | 272 92 | 118/-62 | 62 242 | 148/-32 | 32 212 | 178/-2 | 2 182 |
| 29 | 331 151 | 59 | 301 121 | 89 | 271 91 | 119/-61 | 61 241 | 149/-31 | 31 211 | 179/-1 | 1 181 |
| 30 | 330 150 | 60 | 300 120 | 90 | 270 90 | 120/-60 | 60 240 | 150/-30 | 30 210 | 180/0 | 0 180 |

TABLA 2

Ángulos de posición (PA) de la rendija del espectrógrafo Boller & Chivens requeridos por el observador y ángulos correspondientes en la platina del telescopio (PL). Los valores de PL que se encuentran en la zona de seguridad (valores sugeridos) se resaltan en negritas.

| PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL | PA | PL |
|----|--------|----|--------|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|----|
| 1 | 89 269 | 31 | 59 239 | 61 | 29 209 | 91/-89 | 359 179 | 121/-59 | 329 149 | 151/-29 | 299 119 | | |
| 2 | 88 268 | 32 | 58 238 | 62 | 28 208 | 92/-88 | 358 178 | 122/-58 | 328 148 | 152/-28 | 298 118 | | |
| 3 | 87 267 | 33 | 57 237 | 63 | 27 207 | 93/-87 | 357 177 | 123/-57 | 327 147 | 153/-27 | 297 117 | | |
| 4 | 86 266 | 34 | 56 236 | 64 | 26 206 | 94/-86 | 356 176 | 124/-56 | 326 146 | 154/-26 | 296 116 | | |
| 5 | 85 265 | 35 | 55 235 | 65 | 25 205 | 95/-85 | 355 175 | 125/-55 | 325 145 | 155/-25 | 295 115 | | |
| 6 | 84 264 | 36 | 54 234 | 66 | 24 204 | 96/-84 | 354 174 | 126/-54 | 324 144 | 156/-24 | 294 114 | | |
| 7 | 83 263 | 37 | 53 233 | 67 | 23 203 | 97/-83 | 353 173 | 127/-53 | 323 143 | 157/-23 | 293 113 | | |
| 8 | 82 262 | 38 | 52 232 | 68 | 22 202 | 98/-82 | 352 172 | 128/-52 | 322 142 | 158/-22 | 292 112 | | |
| 9 | 81 261 | 39 | 51 231 | 69 | 21 201 | 99/-81 | 351 171 | 129/-51 | 321 141 | 159/-21 | 291 111 | | |
| 10 | 80 260 | 40 | 50 230 | 70 | 20 200 | 100/-80 | 350 170 | 130/-50 | 320 140 | 160/-20 | 290 110 | | |
| 11 | 79 259 | 41 | 49 229 | 71 | 19 199 | 101/-79 | 349 169 | 131/-49 | 319 139 | 161/-19 | 289 109 | | |
| 12 | 78 258 | 42 | 48 228 | 72 | 18 198 | 102/-78 | 348 168 | 132/-48 | 318 138 | 162/-18 | 288 108 | | |
| 13 | 77 257 | 43 | 47 227 | 73 | 17 197 | 103/-77 | 347 167 | 133/-47 | 317 137 | 163/-17 | 287 107 | | |
| 14 | 76 256 | 44 | 46 226 | 74 | 16 196 | 104/-76 | 346 166 | 134/-46 | 316 136 | 164/-16 | 286 106 | | |
| 15 | 75 255 | 45 | 45 225 | 75 | 15 195 | 105/-75 | 345 165 | 135/-45 | 315 135 | 165/-15 | 285 105 | | |
| 16 | 74 254 | 46 | 44 224 | 76 | 14 194 | 106/-74 | 344 164 | 136/-44 | 314 134 | 166/-14 | 284 104 | | |
| 17 | 73 253 | 47 | 43 223 | 77 | 13 193 | 107/-73 | 343 163 | 137/-43 | 313 133 | 167/-13 | 283 103 | | |
| 18 | 72 252 | 48 | 42 222 | 78 | 12 192 | 108/-72 | 342 162 | 138/-42 | 312 132 | 168/-12 | 282 102 | | |
| 19 | 71 251 | 49 | 41 221 | 79 | 11 191 | 109/-71 | 341 161 | 139/-41 | 311 131 | 169/-11 | 281 101 | | |
| 20 | 70 250 | 50 | 40 220 | 80 | 10 190 | 110/-70 | 340 160 | 140/-40 | 310 130 | 170/-10 | 280 100 | | |
| 21 | 69 249 | 51 | 39 219 | 81 | 9 189 | 111/-69 | 339 249 | 141/-39 | 309 129 | 171/-9 | 279 99 | | |
| 22 | 68 248 | 52 | 38 218 | 82 | 8 188 | 112/-68 | 338 248 | 142/-38 | 308 128 | 172/-8 | 278 98 | | |
| 23 | 67 247 | 53 | 37 217 | 83 | 7 187 | 113/-67 | 337 247 | 143/-37 | 307 127 | 173/-7 | 277 97 | | |
| 24 | 66 246 | 54 | 36 216 | 84 | 6 186 | 114/-66 | 336 246 | 144/-36 | 306 126 | 174/-6 | 276 96 | | |
| 25 | 65 245 | 55 | 35 215 | 85 | 5 185 | 115/-65 | 335 155 | 145/-35 | 305 125 | 175/-5 | 275 95 | | |
| 26 | 64 244 | 56 | 34 214 | 86 | 4 184 | 116/-64 | 334 154 | 146/-34 | 304 124 | 176/-4 | 274 94 | | |
| 27 | 63 243 | 57 | 33 213 | 87 | 3 183 | 117/-63 | 333 153 | 147/-33 | 303 123 | 177/-3 | 273 93 | | |
| 28 | 62 242 | 58 | 32 212 | 88 | 2 182 | 118/-62 | 332 152 | 148/-32 | 302 122 | 178/-2 | 272 92 | | |
| 29 | 61 241 | 59 | 31 211 | 89 | 1 181 | 119/-61 | 331 151 | 149/-31 | 301 121 | 179/-1 | 271 91 | | |
| 30 | 60 240 | 60 | 30 210 | 90 | 0 180 | 120/-60 | 330 150 | 150/-30 | 300 120 | 180/0 | 270 90 | | |

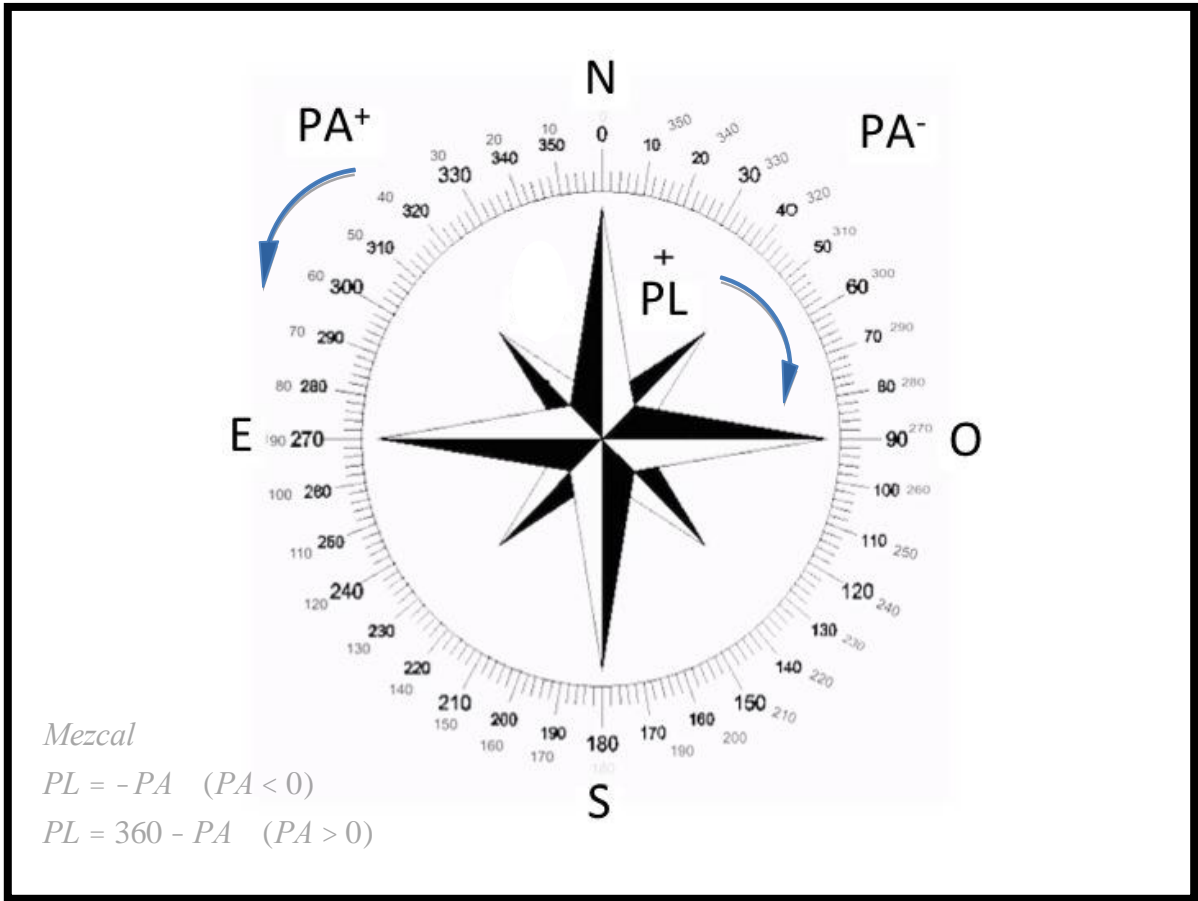


Figura 3: Ejemplo de Rosa de los Vientos graduada ilustrando la relación entre PA y PL en la platina del telescopio de 2.1m para el caso del espectrógrafo MEZCAL. Los números de color gris (externos), equivalen a los valores para el PA (de 0° a 360°), mientras que los de color negro (internos) corresponden al PL (de 0° a 360°).

5. EJEMPLOS

Supóngase que un observador utilizando Mezcal requiere un $PA = -10^\circ$ esto implicaría posicionar la platina en $PL_1 = 10^\circ$ o su equivalente $PL_2 = 190^\circ$. En este caso se recomienda PL_1 por estar en el intervalo de seguridad de $\pm 90^\circ$ alrededor de 0° . Es decir, la platina se girará al Oeste.

Ahora supóngase que el observador requiere un $PA = -25^\circ$, esto significa en platina un $PL_1 = 25^\circ$ como primera opción y $PL_2 = 205^\circ$ como segunda. Las opciones se dan dado que ocasionalmente, debido a las limitaciones físicas, es posible que Mezcal no llegue al ángulo requerido. Las limitaciones se deben principalmente a que los cables

en algún momento se pudieran romper, tensar o desprender del instrumento, aunque también hay riesgo de que el brazo del espectrógrafo limite el movimiento para ciertos ángulos.

Un último ejemplo, ahora suponiendo que se utiliza el Boller & Chivens, sería el de un ángulo requerido positivo tal como $PA=65^\circ$, lo que equivale en platina a $PL_1=25^\circ$ como primera opción y $PL_2=205^\circ$ como segunda opción.

Recordemos que la única diferencia que existe en un espectro tomado con el PL_1 (sugerido) y el PL_2 (opcional) es que los espectros están reflejados, uno con respecto al otro, en el eje espacial (*flip*), mientras que en el eje espectral permanecen sin cambios. Esto no tiene mayor implicación a la hora de reducir o analizar los espectros, pero sí debe saberlo quien los analizará, por lo que esta información debe estar en los encabezados de los espectros (*headers* del archivo *fits*) y/o en la bitácora del observador.

6. CONCLUSIONES

Se realizó una tabla que relaciona el ángulo de posición (PA) solicitado por un observador utilizando el espectrógrafo Mezcal en el telescopio de 2.1 m del OAN-SPM, con el ángulo al que hay que rotar la platina de dicho telescopio (PL). Se presentan dos valores para PL: el ángulo sugerido para minimizar problemas de seguridad (cableado), y el que resulta de sumar o restar 180° a este ángulo. Se realizó una tabla similar para el espectrógrafo Boller & Chivens. Se ha comprobado la utilidad de esta tabla con su uso en el cuarto de observación. También se realizó un código en PYTHON para encontrar dichos valores.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo del M. C. Francisco Guillén, y la M. C. Urania Ceseña, así como la revisión al manuscrito del Dr. Roberto Vázquez, y el apoyo en la programación del Fis. Marco Gómezpa.

8. REFERENCIAS

- [1] Colorado, E., Guisa, G., Ochoa, J. L., García, B., Murillo, J. M., Córdova, A.
“Procedimiento de instalación del espectrógrafo Mezcal”
Observatorio Astronómico Nacional, Instituto de Astronomía, UNAM.
México, 2003.
- [2] Costero, R., Echevarría, J., González, J.J.
“*Espectrógrafo Óptico de mediana dispersión para el Observatorio de San Pedro Mártir: Requerimientos y Especificaciones de Alto Nivel*”
ESOPO-CI-A-REAN1. 9p.
Instituto de Astronomía, UNAM.
México, 2007.
- [3] López, J. A., Richer, M. G., Gutiérrez, L., Meaburn, J., Riesgo, H.
“Manchester Echelle Spectrometer (MES-SPM) Mezcal”
Manual de Usuario v.1.2
Observatorio Astronómico Nacional, Instituto de Astronomía, UNAM.
México, 2010.
- [4] Meaburn, J., López, J.A., Gutiérrez, L., Quirós, F., Murillo, J.M., Valdés, J., Pedrayes, M.
“The Manchester Echelle Spectrometer at the San Pedro Mártir Observatory (MES-SPM).”
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Vol.39, p.185.
México, 2003.
- [5] Cassegrain Spectrograph for Observatorio Astronomico di Brera
Instruction Manual, JOB 59007
Perkin-Elmer, Co. 1975.
- [6] Reséndiz, A. K,
Memoria de Servicio Social.
Facultad de Medicina, UNAM.
México, 2014.
- [7] Roche, N. D.
“The Kinematics of Arp 295 in H α Emission: an Interacting Galaxy with Highly Asymmetric Rotation.”
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Vol.43, p.179.
México, 2007.
- [8] Vázquez, R.
“Bubbles and Knots in the Kinematical Structure of the Bipolar Planetary Nebula NGC 2818.”
The Astrophysical Journal, Vol.751, No.116
2012.

APÉNDICE A: CÓDIGO EN PYTHON PARA EL CÁLCULO DE ÁNGULOS DE PLATINA, DADO UN PA

```
#simple GUI
from Tkinter import *
import math
import tkMessageBox

#definicion de funcion
def funcion ():
    PA=int(num1.get()) #Hacerlos enteros
    #Creando alguna condicion con IF
    if l.get() == 1 : #Mezcal
        if PA < 0 :
            PL = 0 - PA
        elif PA > 90 and PA <= 180 :
            PL = 0 - (PA - 180)
        elif PA <= 90 :
            PL = 360 - PA
        else: # PA > 0
            PL = 360 - (PA - 180)
    else:
        if PA >= 0 and PA <= 90 :
            PL = 90 - PA
        elif PA > -90 and PA < 0 :
            PL = 270 - PA
        else: # PA > 90
            PL = 450 - PA
    if PA < -90 or PA > 360 :
        tkMessageBox.showerror("Message", "PA out of range")
    return
result.set(PL)

#crea la ventana
root = Tk()

#modifica la ventana
root.title("PA2PL")
#root.geometry("200x100")

#Agregar la caja para detectar el entero
num1=StringVar()
caja1=Entry(root, textvariable = num1)
```

```
caja1.grid(row=1,column=4)

group_lines=LabelFrame(root,text="Spectrograph")
group_lines.grid(row=1,column=1)
l=IntVar()
l.set(1)
Radiobutton(group_lines,text='Mezcal',variable=l,value=1).pack(anchor=W)
Radiobutton(group_lines,text='B&Ch',variable=l,value=2).pack(anchor=W)

#ETIQUETA PARA PA
lab1=Label(root, text='PA = ')
lab1.grid(row=1,column=3)

#ETIQUETA PARA PL
lab2=Label(root, text='PL = ')
lab2.grid(row=2,column=3)

#Crear la caja vacia para el resultado
result=IntVar()
caja_vacia=Entry(root, textvariable = result)
caja_vacia.grid(row=2,column=4)
result.set("0")

#Agregar el boton de accion
boton1=Button(root, text= 'Calcula', command= funcion )
boton1.grid(row=4,column=2)

#fin del programa
root.mainloop()
```

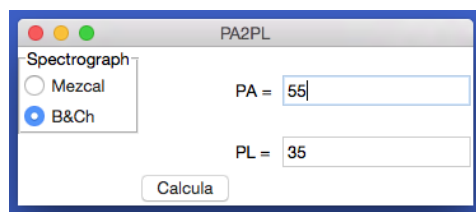


Figura 4: Interfaz gráfica del código PYTHON pa2pl.py.