

J. C. Carsosimo*, I. N. Azcárate*, F. R. Colomb*

* CONICET

IAR

RESUMEN: Se estudia el comportamiento cinemático de la componente ionizada difusa del medio interestelar en el cuarto cuadrante. Se presenta la primera etapa del trabajo que consiste en comparar las velocidades máximas del gas ionizado con las correspondientes al gas neutro (HI). El análisis se hace sobre las observaciones realizadas en el IAR de las líneas H166 y el hidrógeno neutro en 21 cm entre las longitudes $l=300$ y 358 . De este análisis se deduce que el gas ionizado de baja densidad ocupa los puntos correspondientes a la máxima velocidad (puntos subcentrales) únicamente entre las longitudes $l=300$ y 320 . Estos resultados se comparan con los obtenidos por Lockman (1978) en el hemisferio Norte del primer cuadrante.

1. VELOCIDAD TERMINAL

Se supone que cada punto material de la Galaxia se mueve alrededor del centro galáctico con velocidad angular constante, y además la velocidad angular es una función dependiente de la distancia del punto al centro galáctico. Es decir que la Galaxia experimenta un movimiento de rotación diferencial. Observando desde el Sol, se define el punto "subcentral" a la posición situada en la línea de la visual

que se encuentra más cercano al centro galáctico, $R=R_0$ en (1)kpc., donde " R_0 " es la distancia del Sol al centro galáctico y " l " es la longitud galáctica. El material ubicado en esta posición tiene mayor velocidad radial en valor absoluto. A esta velocidad se la denomina velocidad terminal: V_t .

En el siguiente análisis suponemos que el hidrógeno neutro (HI) se encuentra presente en toda la Galaxia, y además que cuando el HI y el gas ionizado (HII) están asociados tienen igual velocidad de rotación. Bajo estas suposiciones, comparamos las velocidades terminales del HI y del HII. Con este procedimiento obtendremos alguna información sobre la localización del gas ionizado respecto del punto subcentral.

Para hacer este estudio es necesario disponer de observaciones de las componentes HI y HII en una extensión considerable del plano galáctico. Obviamente, ambas muestras deben ser obtenidas en iguales condiciones instrumentales. Nosotros analizamos los datos de dos relevamientos realizados con la antena "I" del Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR). Las observaciones del hidrógeno ionizado se obtuvieron en 1982 (Hart et al 1983), y los datos del hidrógeno neutro lo obtuvimos durante 1985. Los perfiles se observaron con una grilla un de grado a lo largo del plano galáctico entre $l=300^\circ$ y 358° , con una resolución angular de 34 minutos de arco y 15.9 km/s de resolución de velocidad. Las velocidades V_t se calcularon utilizando la definición de Shane and Bieger Smith (1966).

La Figura 1 muestra las velocidades terminales del HI y de la línea H166 α en función de la longitud galáctica. La velocidad terminal obtenida de las observaciones del HI es consistente con las obtenidas por Kerr (1959) con la antena de Parkes. A continuación analizamos la cantidad $DV = |V_t(H166\alpha)| - |V_t(HI)|$. Debido a la dispersión relativa de

los perfiles y a la resolución espectral de los mismos, interpretamos aquellos valores de DV comprendidos fuera del intervalo -5 y $+10$ km/s, dentro de este intervalo se considera $DV=0$, es decir que ambas componentes tienen la misma velocidad.

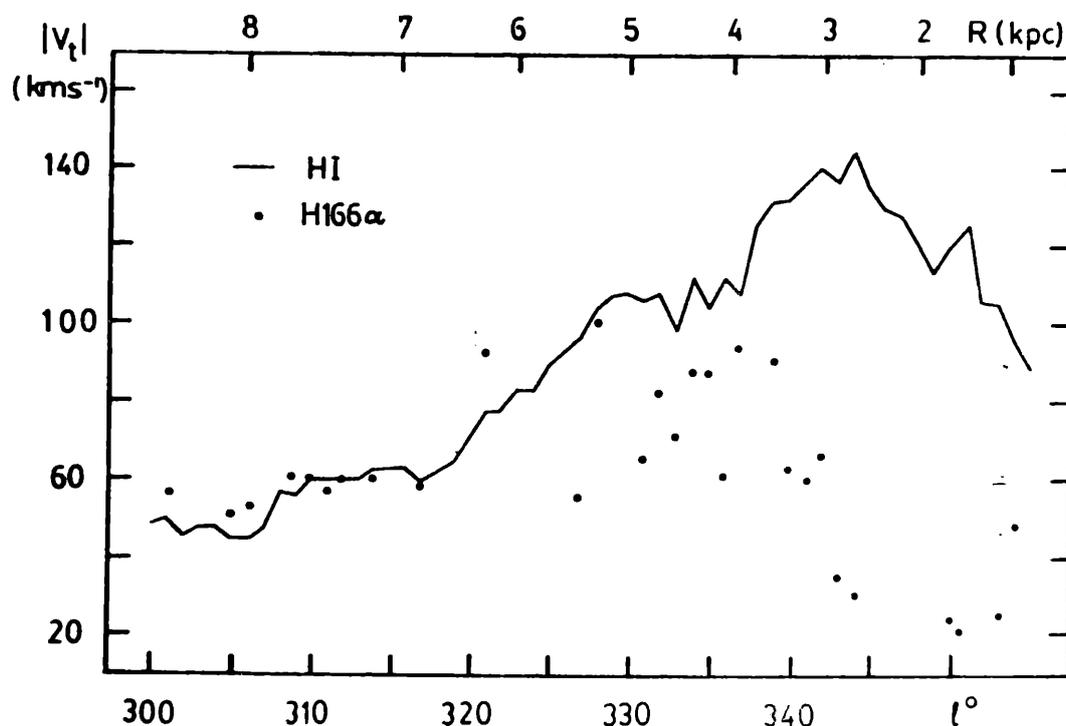


FIGURA 1: Velocidades terminales V_t en función de la longitud galáctica para el hidrógeno neutro (línea sólida) y para la línea H166 (puntos).

Entre las longitudes $l = 300^\circ$ y 320° el valor de DV sugiere que ambas componentes se encuentran en el punto subcentral. Aquí el gas tiene distancias galactocéntricas entre 6 y 8 kpc. En $l=321^\circ$ se encuentra $DV=+15$ km/s.

Entre las longitudes comprendidas entre $l=329^\circ$ y 355° encontramos $DV < -5$ km/s. Aquí el gas ionizado no ocupa el punto subcentral.

En la curva de V_t del HI hay entre $l=330^\circ$ y $l=338^\circ$ un achatamiento, el cual ha llamado la atención de otros autores previamente. Este efecto ha sido atribuido a alteraciones en el campo de velocidades de la Galaxia. La V_t de la línea H166 presenta un efecto similar pero con menor velocidad respecto del HI. Además, en este mismo intervalo la emisión del gas ionizado tiene el mayor valor absoluto de V_t , y la emisión de la línea tiene la intensidad más alta. Comparando con la región situada entre $l=22^\circ$ y 30° , en el primer cuadrante, se encuentra que $V_t(\text{HI})$ muestra un achatamiento similar. Además se encuentra la emisión más intensa y las mayores velocidades de la línea H166 α (Lockman 1976). La diferencia que se encuentra entre ambos intervalos es: entre $330^\circ-338^\circ$, $|V_t(\text{H166}\alpha)| < |V_t(\text{HI})|$, mientras que entre $22^\circ-30^\circ$, $|V_t(\text{H166}\alpha)| > |V_t(\text{HI})|$.

Analicemos dos direcciones con igual módulo de longitud. Si en ambas direcciones el gas ocupa el punto subcentral observaremos igual módulo de velocidad terminal en ambas direcciones. Además, por la definición del punto subcentral en ambas direcciones, el gas con mayor velocidad es el que está a menor distancia del centro galáctico. Si las velocidades terminales son diferentes, suponemos que la V_t de menor valor absoluto corresponde a gas situado más lejos del centro galáctico.

En general, en la parte sur de la Galaxia las velocidades terminales del hidrógeno ionizado son de menor valor absoluto que las correspondientes en la parte Norte. Si la emisión de la línea H166 α es un buen trazador del gas ionizado por estrellas "O" tempranas, las cuales delinear los brazos espirales de la Galaxia, entonces el estudio de la ubicación del gas ionizado nos dá información de la posición de los brazos espirales. En consecuencia, debido a que $V_t(\text{H166}\alpha)$ es sistemáticamente mayor en el cuadrante norte

respecto del sur, deducimos que el material que compone los brazos espirales en el cuarto cuadrante se situa a distancias mayores del centro galáctico que el correspondiente al primer cuadrante.

Nosotros interpretamos que el gas ionizado de baja densidad no esta distribuido de manera homogénea en la Galaxia. Este resultado esta en contraposición con el modelo de Mezger (1978), quien supone que el gas ionizado de baja densidad llena el medio interestelar con una extensión vertical al plano galactico de 200 pc., el cual es responsable de la emisión continua y de la emisión de la línea H166 α . Para que el modelo de Mezger pueda explicar la emisividad observada de la línea H166 α es necesario aumentar la densidad rms de 0.3 cm^{-3} a 10 cm^{-3} . De esta manera, reduciendo el espacio ocupado por el gas no modifica la medida de emisión, la cual explica la emisividad observada.

2. ORIGEN DE LA EMISION

Las emisiones de líneas de recombinación provenientes del gas ionizado de baja densidad son detectables en bajas frecuencias ($\nu < 2 \text{ GHz}$) por lo siguiente:

- i) Las intensidades de la líneas de recombinación varían inversamente con la frecuencia.
- ii) La emisión estimulada incrementa la intensidad de las líneas hacia las bajas frecuencias.
- iii) La profundidad óptica del continuo es proporcional al cuadrado de la densidad.
- vi) El efecto de ensanchamiento por presión de electrones es proporcional a la densidad.

En el relevamiento realizado en el IAR la emisión de la línea H166 α se detectó en casi todos los puntos entre

$l=300^\circ$ y 360° . El diagrama de la Figura 2 muestra la distribución en el plano (V, l) de la emisión de la línea de recombinación comparada con emisiones de la línea H109 α , provenientes de regiones HII densas, las cuales tienen igual distribución que los complejos moleculares. Estos objetos son

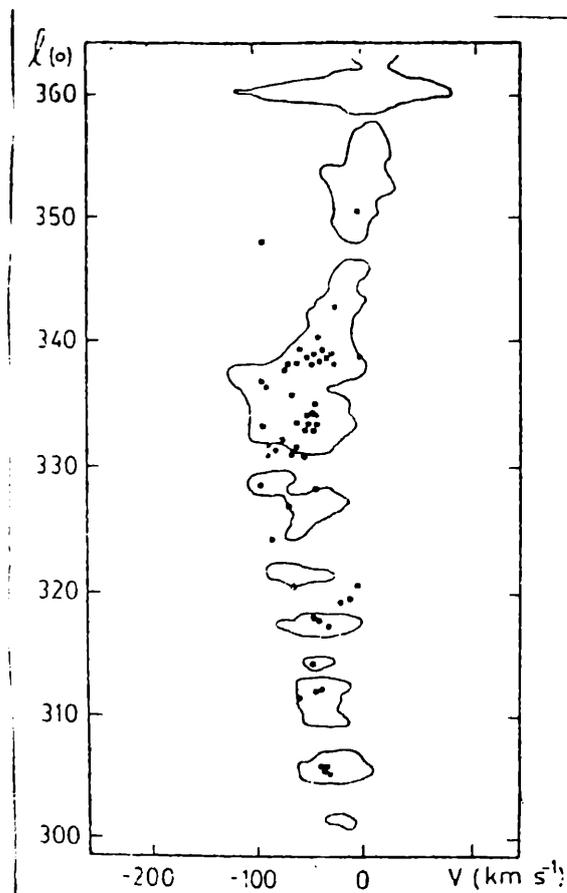


FIGURA 2: Plano (Velocidad, longitud). Contornos de la emisión de la línea H166 α . Los puntos muestran la ubicación de la emisión de la línea H109 α .

indicadores de regiones de formación estelar. Las regiones HII compactas se expanden, y mientras su tamaño se incrementa, la densidad y la medida de emisión decrecen hasta alcanzar el equilibrio de presión con el gas neutro de los alrededores, o hasta que la estrella "O" que lo ioniza, se mueve fuera de la secuencia principal. Una vez que la densidad electrónica decrece hasta aproximadamente $N_e=10 \text{ cm}^{-3}$, la región HII se compone de gas ionizado de baja densidad, bajo

brillo superficial y extendida, alcanzando a veces una extensión de algunos grados en el cielo. La emisión del gas de baja densidad, tanto en el continuo libre-libre como en la línea H166 α detectada con baja resolución angular, es la emisión más importante proveniente del disco galáctico. La presencia de asociaciones OB cerca de nubes moleculares provoca la disociación de las moléculas y la ionización del hidrógeno, formando una región HII más densa con $N_e > 100 \text{ cm}^{-3}$. Esta

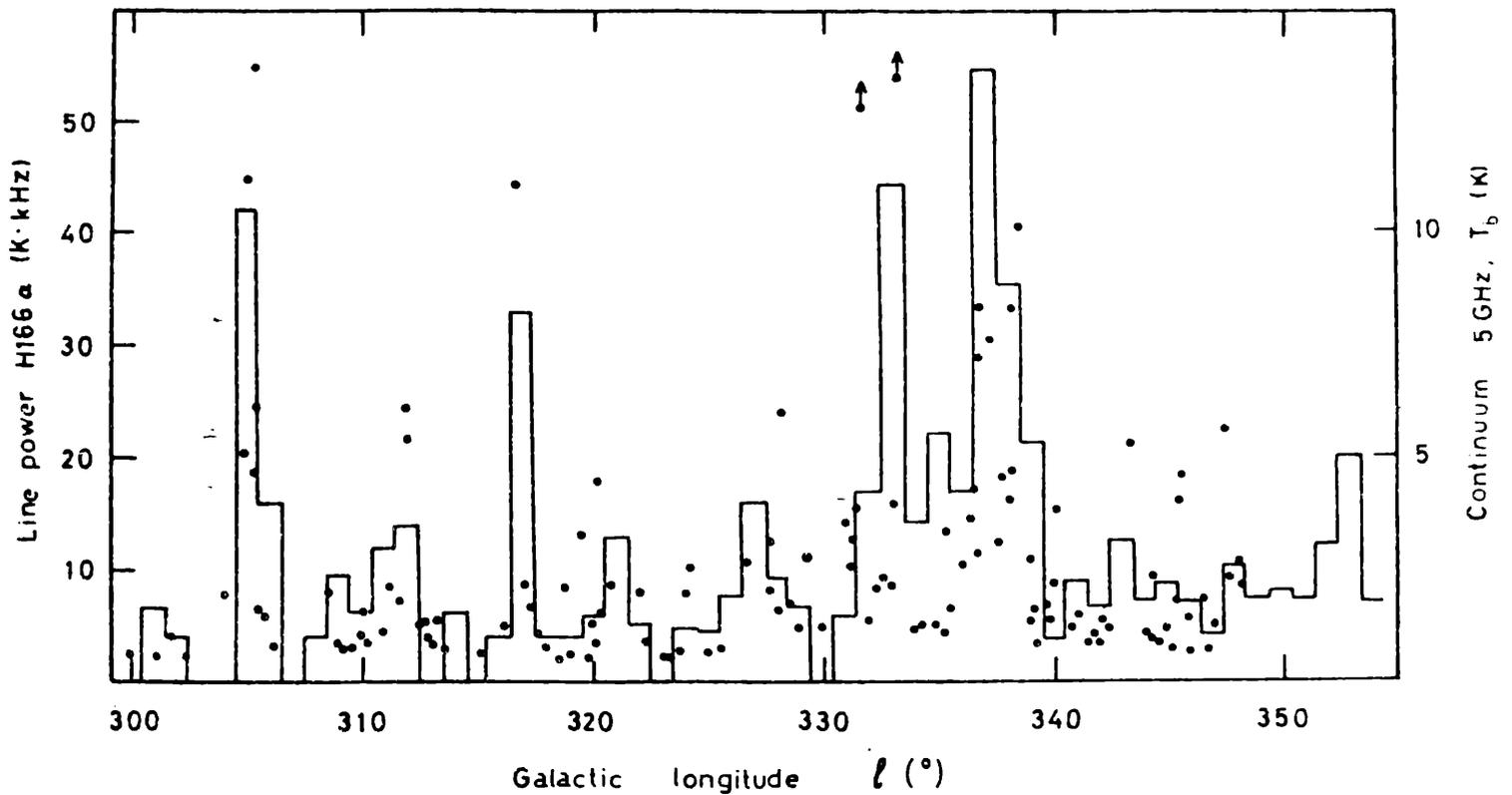


FIGURA 3: Comparación de la distribución en longitud de la emisión de la línea H166 α (--) y la emisión de fuentes de continuo en 5 GHz. ().

tiene una extensión angular de algunos minutos de arco y es observable la línea de recombinación y el continuo en 5 GHz. Por otra parte, la correlación entre las intensidades de la emisión de la línea H166 α y la emisión del continuo de radio en 5 GHz. (ver Figura 3) es una evidencia en favor de la

asociación entre ambas componentes, alta y baja densidad. De las Figuras 2 y 3 es evidente que la emisión H166 α no proviene de objetos simples, más bien la emisión se origina en un gas ionizado distribuido que conecta regiones HII discretas observables en alta frecuencia.

REFERENCIAS:

- Shane, W.W.; Bieger y Smith, G.F. 1966: Bull. Astr. Instr. Netherlands 18, 263.
- Mezser, P.G. 1978: Astron. Astrophys. 70, 565.
- Hart, L.; Azcárate, I.N.; Cersósimo, J.C.; Colomb, F.R. 1983: (eds. W.B. Burton and F.P. Israel), Surveys of the Southern Galaxy. p. 43.
- Lokman, F.J.: 1976 Astrophys. J. 209, 429.
- Wilson, T.L.; Mezger, P.G.; Gardner, F.F.; Milne, D.K. 1970: Astron. Astrophys. 6, 364.