

is rendelkezik /az egyik legfényesebb infravörös forrás - a ford./, mely a csillagot övező por- és gázhéjból származik és ez jelentősen módosítja az /R-I/ színindexet.

Ma még nem tudjuk, hogy mely típusú vörös szuperóriások mutatják a fényváltozás különböző módozatait. Nem biztos, hogy a nagy és kis amplitúdójú változók külön osztályt képeznek, vagy hogy léteznek "közepes" amplitúdójú csillagok, melyek a két osztály közötti híd szerepét tölthetnék be.

További észlelések és épp olyan fontos elméleti tanulmányok szükségesek a vörös szuperóriás változók természetének jobb megértéséhez.

HORACE A. SMITH

/JAAVSO Vol. 5. No. 2 - ford. Mizser A./

## Y Lyncis 1976-1984

Az Y Lyncis SRC típusú csillagról eddig nagyon kevés adat jelent meg a szakirodalomban. A csillag fontosabb adatai:

HD 58521 = SAO 41784 = BD +46°1271

$\alpha_{2000} = 7^{\text{h}}28^{\text{m}}11,6^{\text{s}},6$   $\sigma_{2000} = +45^{\circ}59',27''$

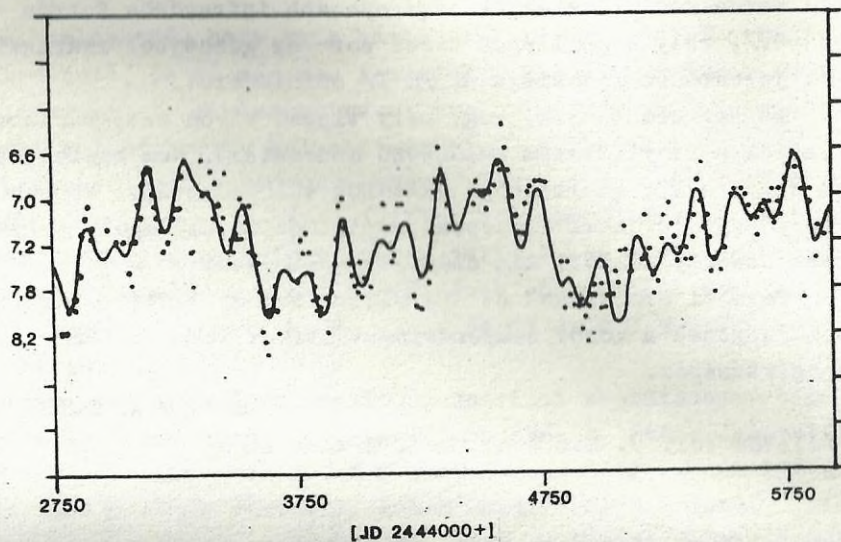
spektrum: M5 Ib-II TiO és ZrO sávok

$\langle V \rangle = 7,43$   $\langle B-V \rangle = +1,81$   $\langle U-B \rangle = +0,89$  /Abramjan, 1980/

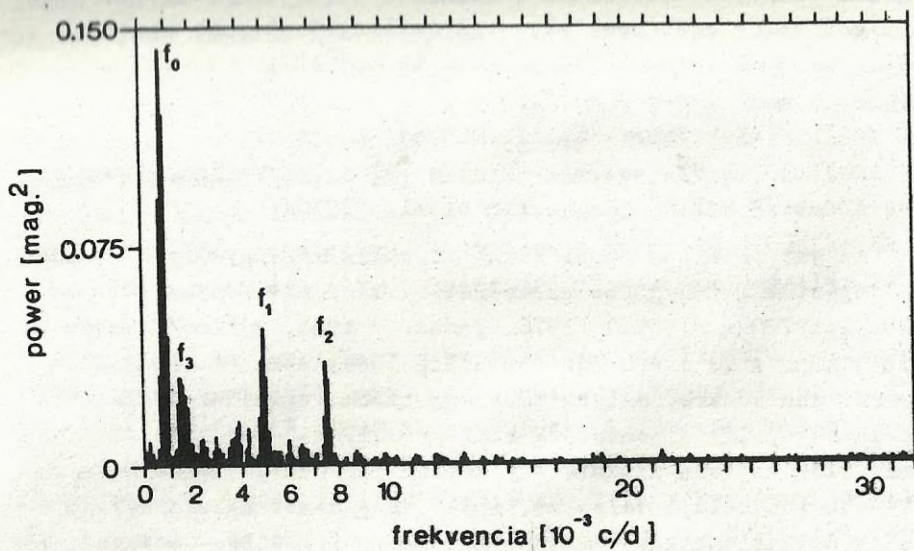
periódus:  $P = 110^{\text{d}}$  /Kukarkin et al., 1970/

Magyar /PVH/ és angol /BAA/ vizuális megfigyelések alapján elvégeztük a fénygörbe elemzését. A vizsgált időszak: JD= 2442780 - 2445910 /1976. január - 1984. július/, összesen 3130 nap. A 10 napra történt átlagolás után 244 adat állt rendelkezésünkre, melyek többsége három vagy több észlelő eredménye, így a pontosság mintegy  $0,1^{\text{m}}$ . A fénygörbén /l. ábra/ már első látásra kitűnik egy hosszú periódusú ciklus és a rövidebb időskálájú változás. A 3130 nap alatt a leghosszabb adat nélküli szakasz 80 nap. Az átlagos vizuális fényesség  $7,41^{\text{m}}$ .

Az adatsorozat analizését a Diszkrét Fourier Transzformáció /DFT/ módszerével végeztük el /Deeming, 1975/. A perióduskérés ezen technikáját alkalmazzák legtöbbször a pulzáló változócsillagok fénygörbéjének elemzésekor. A matematikai eljárás

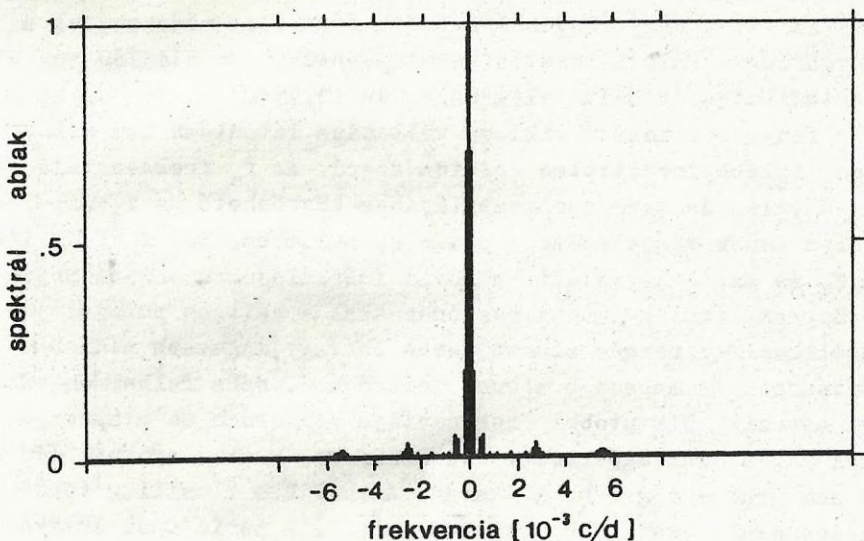


1. ábra. Az Y Lyncis fénygörbéje 1976-1984 között.



2. ábra A fenti fénygörbe power spektruma.

eredménye az úgynevezett power spektrum, amely a változás frekvenciája függvényében az amplitúdó négyzetét adja meg. A power spektrumban azonban a valódi pulzációs periódusoknak megfelelő frekvenciákon kívül más értékeknél is megjelenhetnek csúcsok, amelyeket hamis /alias/ frekvenciáknak nevezünk. Ezeknek a kiszűrését teszi lehetővé a power spektrum mellett egy másik függvény kiszámítása. Ez a "spektrál ablak", melynek alakját az adatsorozat hossza és az adatok ezen belüli eloszlása határozza meg. Legjobb, ha az adatok egyenlő időközönként követik egymást /ekvidisztáns adatsor/ és nincsenek "űrök". A csúcsok félszélessége, azaz a periódus meghatározottságának pontatlansága fordítottan arányos az adatsor időbeli hosszával. A mérési pontok közötti idő  $\Delta t$  pedig arra utal, hogy legfeljebb mekkora frekvenciaértékig  $f_N$  szabad a power spektrumot elkészíteni:  $f_N = 1/(2\Delta t)$ .



3. ábra. Az Y Lyn 1976-1984 közötti fénygörbéjének spektrál ablaka.

Ha az adatsorozat hossza több év, akkor a valódi periódus-hoz tartozó csúcs bal és jobb oldalán szimmetrikusan  $1/\text{év} = 27,4 \cdot 10^{-4} \text{ c/d}$  /ciklus/nap/ távolságokban egyre kisebb hamis csúcsok jelennek meg, ami jól látható a spektrál ablaknál, így ez a "kiséret" könnyen azonosítható.

A perióduskeresés DFT módszere kényelmesen megvalósítható személyi számítógép segítségével, bár sok adat esetén hosszú a futási idő. Commodore 64 számítógépen például 244 mérési adat esetén 320 frekvenciaértékre a futási idő 3 óra. A power spektrum és a spektrál ablak egyszerűen kirajzoltatható printeren.

Az Y Lyn fénygörbéjének power spektruma látható a 2. ábrán, a spektrál ablak pedig a 3. ábrán. A négy legnagyobb csúcs adatai ( $P_i = 1/f_i$ ):

	frekvencia /10 <sup>-4</sup> c/d/	periódus /d/	amplitúdó /m/	fázis /rad/
f <sub>0</sub>	8,23	1215	0,38	0,59
f <sub>1</sub>	48,8	205	0,21	-1,95
f <sub>2</sub>	75,1	133	0,19	-2,60
f <sub>3</sub>	15,4	650	0,17	-2,27

A fázisokat a négy rezgés legkisebb négyzetek módszerével a fénygörbéhez való illesztése során kaptuk, JD= 2442750 epochára vonatkoztatva /hibájuk elég nagy, kb. 0,05/.

A fénygörbe hosszú ciklusú változása láthatóan nem szinuszos, inkább fordítottan cefeida-szerű. Az f<sub>0</sub> frekvenciájú lassú változás ezen aszimmetriájának köszönhető az f<sub>3</sub>-nál levő széles csúcs megjelenése a power spektrumban. Bár f<sub>2</sub>-f<sub>1</sub> ≈ 1/év, az f<sub>1</sub> és az f<sub>2</sub> is valódi, a rövid időskálájú változást írják le.

Hogyan lehet a kapott periódusokkal a csillag pulzációját modellezni? A rezgés alaplómódusban és/vagy magasabb módusban történhet. /A magasabb módust felhangnak, néha felharmonikusnak nevezik, bár utóbbi frekvenciája szigorúan az alprezgés frekvenciájának egészszámu többszöröse, a csillagoknál pedig ez nem igaz a magasabb módusra/. Amennyiben a csillag több periódussal, azaz több módusban pulzál, a periódusok aránya alapján azonosítani lehet - a pulzációelméletben szereplő periódusarányok segítségével - a módusokat.

Általában az alprezgés periódusát P<sub>0</sub>-lal, a k-adik felhangét pedig P<sub>k</sub>-val jelölik. A hosszú periódusú vörös óriás változó esetében P<sub>0</sub>/P<sub>1</sub> 3 és 5 közötti érték, P<sub>1</sub>/P<sub>2</sub> 1,2 és 1,5 között van, P<sub>2</sub>/P<sub>3</sub> pedig kisebb, mint 1,2 /Wood, 1975/.

Esetünkben az Y Lyn-nél f<sub>1</sub>/f<sub>0</sub>=5,93 és f<sub>2</sub>/f<sub>1</sub>=1,54, melyek alapján arra következtethetünk, hogy f<sub>0</sub>=1/P<sub>0</sub> az alprezgés,

$f_1=1/P_1$  az első,  $f_2=1/P_2$  a második felhang frekvenciája. Ez azt jelenti, hogy az Y Lyn három módusban pulzál, ami lehetséges jelenség ugyan, de nagyon ritka. A több periódusú pulzációs változócsillagoknál legtöbbször két módus figyelhető meg. Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy az Y Lyn  $P_0=1215^d$  alaprezgésnek megfelelő periódussal, valamint  $P_1=205^d$  első felhangnak azonosítható periódussal pulzál és kimutatható a  $P_2=133^d$  hosszúságú változás is, amely esetleg a második felhang gerjesztődésével magyarázható.

Nézzük meg, hogy a csillag milyen fizikai paramétereit lehet ezután meghatározni! Ha alkalmazzuk a vörös változó periódus-fényesség relációját /Eggen, 1975/:

$$\langle M_{bol} \rangle = 0,5^m - 2,25 \lg P_0,$$

akkor az Y Lyn-re  $\langle M_{bol} \rangle = -6,4^m$ , ami reális érték.

Az  $M_{bol} = 4,7 - 2,5 \lg L/L_\odot$  összefüggés alapján pedig  $\lg L/L_\odot = 4,4$ , amiből az elmélet szerint /Wood, 1975/ az Y Lyn tömege:  $M \approx 1,5 M_\odot$ .

Ismeretes, hogy a pulzációs változócsillagok adott típusa adott módusához egy  $Q = P \sqrt{\frac{g}{g_\odot}}$  úgynevezett pulzációs állandó tartozik. A vörös félszabályos változó alaprezgésére  $Q=0,15$ , így a

$$Q = P_0 \sqrt{\frac{M/M_\odot}{(R/R_\odot)^3}}$$

kifejezésből az  $M=1,5 M_\odot$  tömegérték és a  $P_0=1215^d$  esetén az Y Lyn sugara:  $R=460 R_\odot$ . Ezek után az effektív hőmérséklet  $L=4\pi R^2 \sigma T^4$  felhasználásával:  $T=3630 \text{ K} / \lg T=3,56$ , a felszíni gravitációs gyorsulás pedig  $g=M/R^2$  szerint  $1,35 \text{ m/s}^2 / \lg g=0,13$ . Ezek a kiszámított paraméterek /M, R, T, g/ jellemző értékek az M I-II típusú csillagokra /Straižys, 1982/.

Végül megjegyezzük, hogy az Y Lyn fényének polarizációs vizsgálata a JD= 2442345-43099 időszakban /Abramjan, 1980/ 11 mérési adat alapján azt eredményezte, hogy a polarizáció foka időben kissé változik, az átlagos érték kicsi: 0,6 %.

Irodalom:

DÖMÉNY GÁBOR - SZATMÁRY KÁROLY

- Abramjan G.V. 1980 Commun. Bjurakan Obs. 52. 24.  
 Deeming T.J. 1975 Astrophys. Space Sci. 36. 137.  
 Eggen O.J. 1975 Ap.J. 195. 661.  
 Kukarkin B.V. et al. 1970 General Catalogue of Variable Stars  
 Straižys V. 1982 Metal-deficient Stars /Vilnius/  
 Wood P.R. 1975 In: Multiple Periodic Variable Stars  
 IAU Coll.No.29.p.69. /Ed. W.S.Fitch, Budapest/