

Astronomia observacional

Pràctica 1 – Alella

Ruiz Dern, Laura
Peña Pérez, Dídac
Subirà Vallés, Montserrat
Blanco Cuaresma, Sergi

Taula de continguts

1 Objectius.....	3
2 Material previ.....	3
3 Telescopi C-14.....	4
3.1 Característiques.....	4
3.2 Funcionament	5
3.3 Mètode seguit per trobar un objecte.....	7
3.4 Desenvolupament de la pràctica.....	7
4 Estimació del seeing.....	8
5 Determinació del camp de visió.....	10
6 Conclusions.....	12
7 Bibliografia.....	13
8 Annex I. Taula prèvia d'objectes a observar.....	15
9 Annex II. Taula d'objectes observats.....	16

1 Objectius

El principal objectiu de la pràctica realitzada és portar a terme una observació astronòmica que permeti familiaritzar-se amb el funcionament d'un telescopi C-14, així com entendre els diferents aspectes que son necessaris per tal de realitzar una correcta observació.

2 Material previ

Com a material previ s'ha desenvolupat un programa que permet la conversió de coordenades equatorials a horitzontals a partir d'un llistat d'objectes. Addicionalment, genera automàticament unes gràfiques amb el moviment de l'astre durant les 24 hores del dia de l'observació.

Conjuntament al programa, s'ha redactat i entregat un manual amb tots els detalls del disseny i implementació del codi en C++ denominat “Manual canvi de coordenades.pdf”.

Per tal de recopilar la informació necessària per realitzar l'observació i executar la conversió de coordenades correctament, es porten a terme les següents activitats:

1. Mitjançant la pàgina web de Serviastro s'obté el temps sideri (oh Greenwich) pel dia d'observació (19/10/2010) a les 19:00h TU.

Introducció de dades

Data	Dia 19	Mes 10	Any 2010
Latitud	Graus 41	Minuts 30	Segons 17
Longitud	Graus 0	Minuts 9	Segons 11
Hora (TU)	Hores 19	Minuts 0	Segons 0

Resultats

Dia Julià	2455489.2916666666		
Temps Sideri (oh Greenwich)	1	h 49	m 25.512621221 s
Temps Sideri Local	20	h 53	m 9.5188617548 s

Figura 2. Web serviastro

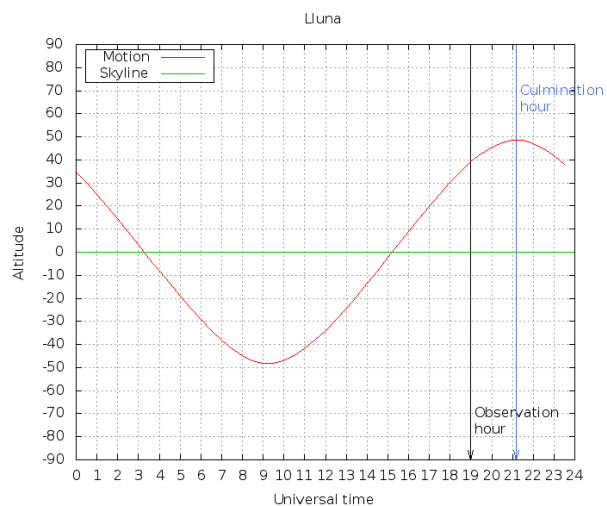


Figura 1. Gràfic generat pel programa amb el moviment de la Lluna

2. Amb el suport de programes com SkyChart III i Cartes du Ciel, es prepara un llistat amb els potencials objectes que podrien ser observats. Addicionalment, amb l'objectiu de poder mesurar el *seeing*, s'escolleixen estrelles dobles a partir de taules auxiliars que contenen la seva separació angular.
3. S'executa el programa per obtenir les coordenades horitzontals dels objectes i validar que es troben a una altitud superior a 30°.
4. S'elabora el llistat definitiu d'objectes que pot ser consultat a l'annex I. Cal destacar que per curiositat es decideix incloure objectes amb magnituds aparents superiors a 11 (p.ex. Satèl·lits d'Urà i Neptú), tot i que a priori no seran visibles amb el telescopi.
5. Es preparen diverses cartes estel·lars pels planetes observables, les estrelles dobles Eta Cassiopea i el cometa 103P/Hartley 2. No obstant, aquest últim no podrà ser observat per presentar una alçada massa baixa la nit de la pràctica.

3 Telescopi C-14

3.1 Característiques

El C-14 és un telescopi catadiòptric amb un objectiu de 36cm de diàmetre, una distància focal efectiva de 391cm i una muntura equatorial alemana *Paramount ME* preparada per actuar sota el control d'un ordinador. Té una raó focal de $f/11$, de manera que, per exemple, amb un ocular de 25mm de focal s'obtenen 156 augments.

Es tracta d'un reflector Schmidt-Cassegrain format pels següents elements principals: mirall primari, mirall secundari i placa correctora, alineats tots tres simètricament al voltant de l'eix òptic. A més, disposa d'un buscador de 10*40 que permet trobar l'objecte més fàcilment abans de centrar-lo amb l'ocular.

El mirall primari és el que es troba a la part superior del cos del telescopi. Generalment té forma còncava paraboloidal, ja que la seva funció és concentrar tota la llum que recull en un punt (el focus). El segon mirall es troba a la part davantera del telescopi i té forma convexa hiperbòlica. Això vol dir que té dos focus, un dels quals coincideix amb el del primer mirall. Així, quan la llum es reflexa en el primer mirall, en el camí cap al focus d'aquest es troba amb el segon mirall, el qual torna a reflexar la llum cap al primer, en direcció a l'altre focus. Aquest segon focus es troba a l'exterior de l'espai creat entre els dos miralls. És per això que el mirall parabòlic conté un petit orifici a través del qual la llum reflexada en l'hiperbòlic pot passar i dirigir-se al segon focus, on es forma la imatge (veure figura 3).

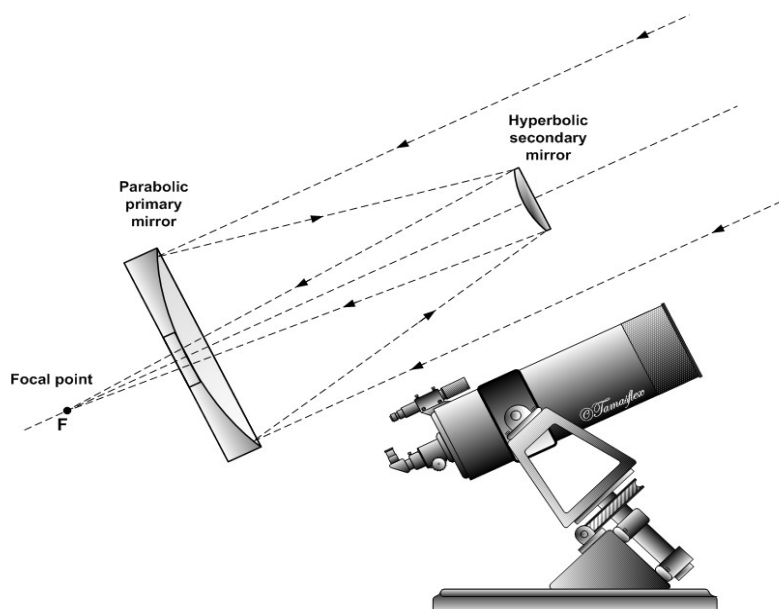


Figura 3. Esquema del funcionament d'un telescopi Schmidt-Cassegrain

La placa correctora (lent d'Schmidt) és una lent especial adosada al mirall secundari. La seva forma de tall diametral ondulant) permet corregir l'aberració produïda en el mirall primari. És a dir, permet enfocar la llum entrant i ajuda a corregir la imatge borrosa que es crea en incidir la llum a l'objectiu.

El nom de Celestron es deu a la primera empresa que va començar a distribuir els telescopis catadiòptrics reflectors (dissenyats per L. Cassegrain) amb lents d'Schmidt (dissenyades per B. Schmidt), als anys seixanta.

3.2 Funcionament

El telescopi C-14 instal·lat a la masia de Can Magarola d'Alella es troba al capdamunt d'una torre coberta per un sostre metàl·lic mòbil. La instal·lació és fixa, de manera que no és necessari fer cap maniobra d'orientació de l'instrument.

A la muntura hi ha dos embragatges, angle horari i declinació, que permeten el moviment lliure del telescopi. Tot i així, l'apuntat i el seguiment d'objectes està totalment automatitzat per mitjà d'uns programes d'ordinador que controlen els moviments i la mecànica del telescopi. Pel que fa a la pràctica només s'ha emprat el *The Sky (Astronomy Software)* que és el que controla el moviment, i és l'únic necessari a l'hora de fer observació. Existeixen molts catàlegs astronòmics de manera que a un mateix objecte estel·lar se li atorguen noms

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

diferents. Davant d'aquesta ambigüitat, el programa conté molts d'aquests catàlegs: Hypparcos (*Hight Precision Parallax Collecting Satellite*), Tycho (Tycho Brahe), NGC (*New General Catalog*), GSC (Hubble Guide Star Catalog), Bayer (Johann Bayer) SAO (*Smithsonian Astrophysical Observatory*), HD (Henry Drapper), etc., que permeten la cerca d'objectes estel·lars introduint qualsevol dels noms. Així, per exemple, l'estrella Vega es pot trobar també pels noms: α Lyrae (Bayer), HIP 91262 (Hypparcos), HD 172167 (HD), SAO 67174 (SAO),... D'altra banda, també permet trobar objectes introduint les seves coordenades equatorials.

Abans de començar a observar, cal inicialitzar el telescopi i comprovar que funciona correctament. Primerament s'ha procedit a llegir la temperatura i humitat del lloc per garantir que es tenien bones condicions per treballar. Degut al mal funcionament dels aparells en qüestió no s'han pogut determinar *in situ*. Tot i així, en comprovar hores abans les condicions meteorològiques ja s'ha verificat que aquests paràmetres fossin correctes per a l'observació.

Girant la clau que es troba en una de les parets, s'ha obert el sostre metàl·lic. Després s'ha enretirat el plàstic que cobreix el telescopi (per protegir-lo) i s'han tret la tapa de l'ocular i les dues del buscador. S'ha engegat el telescopi, s'ha iniciat l'ordinador i s'ha verificat l'hora actual amb l'ajut d'un GPS i del programa *EstacióGPS*, que sincronitza l'ordinador amb el senyal dels satèl·lits GPS.

Finalment s'ha obert el programa *The Sky*. S'ha comprovat que aquest marqués el lloc (Alella) i l'hora correcta (17:45 UT), que coincidia amb la que mostra l'ordinador. Amb l'opció *Link/Establish* s'ha establert la connexió entre el PC i el telescopi i s'ha enviat aquest a la posició Home que equival a les coordenades $\delta = 0^\circ$ i $H = 2h$. Aquesta és la posició mecànica origen que, junt amb el temps sideri, les dades de lloc i temps del programa i les coordenades equatorials de l'objecte, permet al telescopi calcular les coordenades locals i els moviments que cal fer per localitzar un objecte. Finalitzada aquesta acció el telescopi ha emès dos senyals sonores que indicaven que els dos eixos havien arribat a la posició Home. Donat que els dos senyals han estat gairebé simultanis, volia dir que el calibratge de l'aparell era correcte i que es podia procedir amb l'observació.

L'opció *Tracking* del programa fa que el telescopi comenci a seguir. La pantalla del *The Sky* mostra el cel observable en l'instant present. A més, mostra també un cercle blanc que correspon a la posició del telescopi. Quan s'envia el telescopi a un altre punt, el cercle segueix la trajectòria real per la pantalla fins arribar a l'objectiu marcat (que resta seleccionat amb uns cercles vermells). L'objecte es pot veure llavors pel buscador. Per acabar-lo de centrar a l'ocular, es fa ús d'un *joystick* que hi ha connectat al telescopi, el qual permet moure aquest manualment. Un cop fetes aquestes comprovacions, s'han començat les observacions.

En acabar, s'ha procedit a l'apagat i aparcament del telescopi. Amb l'opció *Telescope/Options/Park* el telescopi es dirigeix a la posició d'aparcament. S'ha comprovat que els

parells de senyals blancs marcats als eixos horari i de declinació estiguessin alineats i en la mateixa posició que s'han trobat a l'inici de l'observació, amb la qual cosa s'ha garantit el bon aparcament. Després s'han tancat i apagat el programa i l'ordinador, respectivament, s'ha parat el telescopi i s'ha desendollat la font d'alimentació de la xarxa general. Finalment, s'han posat les tapes a l'ocular i al buscador, s'ha cobert el telescopi amb el plàstic i s'ha tancat el sostre metàl·lic.

3.3 Mètode seguit per trobar un objecte

Per cercar els objectes, enlloc d'entrar les coordenades equatorials, s'ha escrit el nom de l'objecte. Calia llavors verificar, amb la descripció que el programa dóna de l'objecte, si es corresponia amb allò que es buscava (galàxia, constel·lació, estrella,...), ja que el nom depèn dels catàlegs que conté el programa i del llenguatge amb el que estan escrits. En algunes ocasions, s'ha seleccionat directament l'objecte a la pantalla.

Seleccionat el que es volia, s'enviava el telescopi fins a aquell punt. S'observava pel buscador i s'acabava de centrar (amb al *joystick*) al mig de la creu que conté. Després es buscava per l'ocular.

Donat que el calibratge inicial no era extremadament bo, en alguns casos s'ha fet difícil trobar els objectes per l'ocular, sobretot aquells de magnitud més gran o que eren més difusos (com nebuloses i galàxies). El que s'ha fet llavors ha estat apuntar a una estrella propera molt brillant i fàcil de trobar, i memoritzar el moviment posterior que calia fer amb el *joystick* per centrar l'estel a l'ocular. Així, un cop centrats de nou en l'objecte que es buscava, s'intentava fer el mateix moviment del *joystick*, facilitant així la cerca.

Per millorar l'observació i també per ajudar a trobar objectes més llunyans, s'han anat canviant els oculars, pel de 12.5mm, 24mm i 40mm.

3.4 Desenvolupament de la pràctica

Un cop posat en funcionament el telescopi, s'ha emprat l'estrella Vega (de la constel·lació de la Lira), una de les tres estrelles que formen el triangle d'estiu junt amb Deneb i Altair, per comprovar el correcte funcionament del l'aparell. La prova ha permès també familiaritzar-se amb el *joystick* i preveure quins moviments i ajusts caldria fer per centrar la resta d'objectes a l'ocular.

Del llistat d'objectes inicial, realitzat abans de la pràctica, s'han fet unes quantes modificacions tan en l'ordre d'observació com en els objectes observats. L'annex 2 inclou una taula especificant només les dades dels que s'han observat.

Inicialment es portava un ordre d'observació segons l'hora de culminació de cada objecte. No

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

obstant un cop allà s'ha hagut de tenir en compte que el telescopi té una zona a la qual no hi pot accedir. Aquesta zona es troba marcada en vermell en el programa *The Sky*, i el mateix telescopi ja està programat per moure's sense haver de passar per la franja "prohibida". Això ha fet que es prioritzés l'observació d'aquells objectes propers a l'esmentada zona (com la Lluna, Júpiter i els seus satèl·lits), abans que penetressin en ella.

D'altra banda, en la preparació del llistat, es van tenir en compte magnituds i alçades, però no separacions angulars entre estels dobles. Per aquest motiu, junt amb la taula construïda se n'ha portada una altra extreta de la bibliografia la qual conté les estrelles dobles més brillants del cel amb les seves respectives coordenades i la seva separació angular. Així, s'han pogut escollir *in situ* nous i millors objectes per a l'estimació del *seeing* i del camp de visió, tal com s'explica en els següents apartats.

Per últim també cal destacar que, tot i que el telescopi permet observar bé objectes de fins a una magnitud 11, la dificultat d'apreciar clarament alguns de magnitud superiors a 5 (com Urà, de 5.7), ha fet que es descartessin uns quants de la llista prèvia i fossin substituïts per altres de magnituds més petites.

Tot i els canvis, la llista definitiva pretén incloure tot tipus d'objectes estel·lars. Així s'han pogut observar, en el següent ordre: estrelles com Vega; satèl·lits (o llunes) tals com Calixto, Europa, Ío, Ganímedes i la Lluna; planetes com Júpiter i Urà; estrelles dobles com Albireo (formada per una estrella blava i una de taronja degut a la diferència de temperatures superficial) i el sistema quàdruple de la Lyra (γ Lyrae i β Lyrae); nebuloses (núvols difusos de gas i pols interestel·lar) com la M57, anomenada també nebulosa de l'Anell degut a la seva forma; galàxies com la M31 o d'Andròmeda, que és una espiral gegant i l'objecte més llunyà visible des de la Terra (2.5 milions d'anys llum); i cúmuls (agrupacions de desenes o milions d'estrelles amb origen pràcticament simultani) com l'NGC 869 o cúmul doble de Perseus, el qual té dues regions ben diferenciades que es reconeixen per la gran densitat d'estels que contenen.

4 Estimació del *seeing*

A l'hora d'estudiar la qualitat de la imatge observada a través d'un telescopi s'han de tenir en compte diferents factors: els que nosaltres hem mesurat són el *seeing*, que depèn de la qualitat de l'atmosfera, i el límit teòric de resolució angular, que depèn del telescopi en si, ja que és un límit provocat per la difracció introduïda en la imatge quan la llum travessa l'obertura circular del tub òptic.

Tenint en compte que el diàmetre del tub òptic del telescopi d'Alella és $D = 360$ mm i utilitzant com a longitud d'ona els 550 nm del visible, s'obté que

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

$$\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{550 \cdot 10^{-6} \text{ mm}}{360 \text{ mm}} = 1.86 \cdot 10^{-6}.$$

Això equival a 0.39" d'arc, de manera que si el *seeing* es trobés per sota d'aquesta xifra estaríem limitats per difracció. D'altra banda, el fet que el límit teòric depengui de la longitud d'ona provoca que una vegada fixat el diàmetre, com és el nostre cas, tinguem que per a longituds d'ona de la zona del vermell el límit teòric de resolució angular sigui superior i, en canvi, per a longituds d'ona de la zona del blau el límit teòric de resolució angular sigui inferior al trobat. No obstant, com veurem a continuació, això no ens afectarà.

Per fer el càlcul del *seeing* vam escollir dos sistemes múltiples d'estrelles: ϵ Lyrae i Albireo. El primer és un sistema quàdruple on dues estrelles (A i B) giren al voltant d'un centre de masses comú, les altres dues (C i D) sobre un altre centre de masses comú i finalment dos a dos giren al voltant d'un centre de masses total. Observant amb un ocular de 40 mm vam ser capaços de resoldre la separació entre (A,B) i (C,D) però no la separació entre A i B o C i D. Pel que fa a Albireo vam ser capaços de resoldre sense cap mena de problema la separació angular entre les dues components amb un ocular de 24 mm. A partir de la bibliografia sabem que la separació angular entre A i B és de 2.5" d'arc i la separació entre C i D és de 2.4" d'arc. Pel que fa Albireo, la separació angular entre les seves components és de 34.6" d'arc. D'aquesta manera vam poder tenir una cota superior (Albireo) i una cota inferior (ϵ Lyrae) per al nostre càlcul del *seeing*.

A l'observar amb un ocular de 12.5 mm vam començar a intuir cadascuna de les 4 components d' ϵ Lyrae, no obstant, la separació no se'ns mostrava d'una forma ben clara, de manera que vam considerar que estàvem just en el punt on es començava a resoldre una separació d'aproximadament 2.5" d'arc, ja que tant A i B com C i D apareixien com una taca extensa i el·líptica amb la zona intermèdia menys brillant (Figura 1).

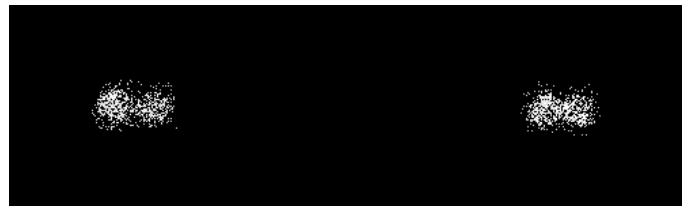


Figura 4. Sistema quàdruple de Lyrae

Com que visualment no érem capaços de distingir entre els 2.4" d'arc i els 2.5" d'arc és lògic considerar un cert error associat a la nostra mesura. Per no pecar d'optimistes ni excedir-nos en l'error hem cregut oportú considerar que l'error associat a la nostra mesura és de l'ordre de 0.2" d'arc. D'aquesta manera, la mesura final del *seeing* és de:

$$(2.5 \pm 0.2)'' \text{ d'arc}$$

Per tant, la nostra observació no va estar limitada pel telescopi sinó pel *seeing*.

5 Determinació del camp de visió

Per determinar el camp de visió, tal i com ja s'ha comentat, s'utilitzen les llunes de Júpiter (pels oculars) i l'estel doble "Albireo" (pel buscador).

Un cop s'observen a través dels diferents oculars i buscador respectivament, es procedeix a fer un càlcul aproximat de quantes vegades està aquella distància en relació a la totalitat (d'un diàmetre màxim).

A continuació es mostra l'exemple de la mesura del camp de visió dels oculars a partir de les llunes de Júpiter. S'escolleixen, finalment, les llunes més allunyades, Europa i Calixto, i després de consensuar amb la resta del grup, se li assigna una distància de 2,2 vegades la distància entre Europa i Calixto per l'ocular de 24 mm, i de 1,2 vegades per l'ocular de 12,5 mm, amb un marge d'error en els dos casos de $\pm 0,2$.

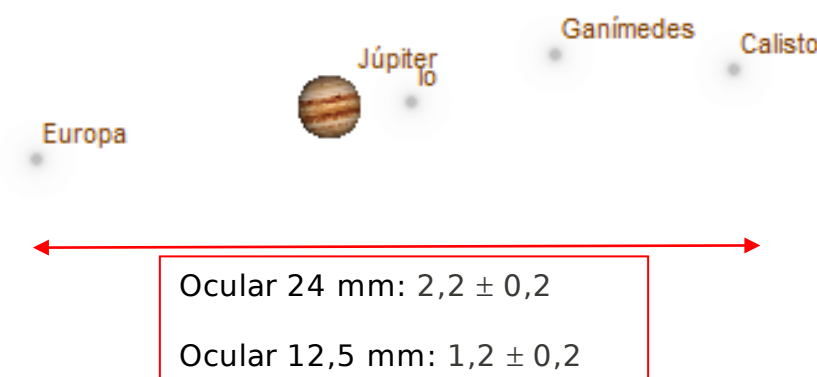


Figura 5. Júpiter i les 4 llunes

Es procedeix de la mateixa manera pel buscador, obtenint una distància de 2,1 vegades la distància entre Lyra γ i β , amb un marge d'error de $\pm 0,2$.

Coneixent les dades teòriques d'ascensió recta i declinació dels estels i les llunes, es pot conèixer quina es la separació teòrica entre Europa-Calixto i Lyra γ -Lyra β , a partir de l'equació:

$$\cos p = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2)$$

Les dades obtingudes en el nostre cas son:

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

Objecte	Ascensió recta			Declinació	
	h m s	hores	graus	° ' "	graus
Lira γ	18 59 20,87	18,99	284,85	32 42 17,6	32,70
Lira β	18 50 28,73	18,84	282,60	33 22 32,7	33,37
Europa	23 44 5,63	23,73	355,95	-3 24 15,9	-3,40
Calixto	23 43 45,73	23,73	355,95	-3 28 10,5	-3,47

L'ascensió recta es passa d'hores a graus, per poder aplicar l'equació anterior, i es treballa en radians a l'hora d'aplicar l'equació. Al final es tornen a convertir les dades en graus.

S'obté el camp de visió multiplicant la distància angular obtinguda pel número que s'ha esmentat abans (2,1 pel buscador, 2,2 per l'ocular de 24mm, i 1,2 per l'ocular de 12,5mm).

		Distància angular		Camp de visió	
	Objectes utilitzats	radians	graus	graus	° ' "
Buscador	Lira γ -Lira β	0,0349	2,002	$4,2 \pm 0,4$	$4^{\circ} 11' \pm 24'$
Ocular 24mm	Europa-Calixto	0,0012	0,07	$0,15 \pm 0,01$	$0^{\circ} 9' 14'' \pm 36''$
Ocular 12,5mm	Europa-Calixto	0,0012	0,07	$0,08 \pm 0,01$	$0^{\circ} 5' 2'' \pm 36''$

$$\Gamma_1/\Gamma_2 = \text{ample}_1/\text{ample}_2 = f_{\text{ocular}_1}/f_{\text{ocular}_2}$$

Amb les dades obtingudes, però, es verifica d'entrada que aquestes relacions son errònies, les relacions correctes han de ser:

$$\Gamma_1/\Gamma_2 = \text{ample}_2/\text{ample}_1 = f_{\text{ocular}_2}/f_{\text{ocular}_1}$$

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

En aquest darrer cas, les dades obtingudes son:

$\Gamma = f_{\text{objectiu}}/f_{\text{ocular}} \text{ (} f_{\text{objectiu}}=3910\text{mm)}$	
Γ_1	162,92
Γ_2	312,8
Γ_1/Γ_2	0,52
ample2/ample1	$0,55 \pm 0,14$
$f_{\text{ocular2}}/f_{\text{ocular1}}$	0,52

Per fer el càlcul dels errors del camp i de la relació $(\text{ample2}/\text{ample1}) = (f_{\text{ocular2}}/f_{\text{ocular1}})$ s'han tingut en compte errors relatius i la consegüent propagació. Per exemple, per al càlcul dels camps:

$$\delta(\lambda x) = |\lambda| \cdot \delta(x)$$

on en el nostre cas λ és la distància angular entre els estels i $\delta(x) = 0,2$, que és l'error que hem associat a la nostra mesura.

Per a la comprovació de la relació entre camps i focals hem considerat propagació d'errors mitjançant errors relatius, de manera que:

$$\varepsilon_{\text{ample1}/\text{ample2}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{ample1}}^2 + \varepsilon_{\text{ample2}}^2}$$

6 Conclusions

Pel que fa a la preparació prèvia de la pràctica cal fer esment de dos punts. En primer lloc, quan es va realitzar el codi per a la conversió de coordenades dels objectes, es van detectar diferències de $\pm 180^\circ$ entre els azimuts calculats i els trobats en altres fonts d'informació (*Sky Chart III*, *Cartes du Ciel – Sky Chart*, pàgines web,...). Després de consultar al professor, es va determinar l'origen del problema: hi ha països que prenen el Sud com a punt de referència (origen en els 0°), seguint la nomenclatura europea, i d'altres el Nord (origen als 180°), seguint la nomenclatura nord-americana. Per aquest motiu, a la columna de l'azimut de les taules dels annexes està indicat el criteri pres pel grup (criteri europeu). De totes maneres, donat que s'ha topat amb el problema i se n'han conegut les causes, s'ha deixat que el programa creat realitzés ambdós càlculs per fer-lo més complert.

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

Respecte a la realització pràctica cal destacar la poca idoneïtat de les condicions atmosfèriques d'Alella, així com la presència de contaminació lumínica. A més, el dia de l'observació hi havia lluna en quart creixent (a quatre dies de ser lluna plena), cosa que va dificultar l'observació d'objectes del seu entorn.

Així mateix, els instruments utilitzats presentaven determinats problemes de precisió, sobretot en l'alineament entre el buscador i el telescopi, i en la maniobra del *joystick*. Això va fer que es “perdés” força més temps intentant trobar un objecte amb l'ocular (sobretot aquells de magnitud pròxima o superior a 5, com Urà) que observant i buscant altres objectes de la taula.

D'altra banda cal dir que, amb l'ajut dels tres tipus d'oculars emprats, sí que es van obtenir molt bons i satisfactoris resultats per a objectes propers com la Lluna, Júpiter i els seus satèl·lits, i l'estrella doble Albireo, sent alguns d'ells altament útils per als càlculs del *seeing* i el camp de visió. Tot i així, segons les expectatives prèvies, cal reconèixer que s'esperava veure alguns objectes (com la galàxia d'Andròmeda o el Cúmulo de l'Anell) amb una resolució i una claredat molt millors del que es va observar.

Així doncs, tot i no ser el lloc perfecte per fer observació astronòmica, ha estat una bona i gratificant oportunitat de familiaritzar-se amb un telescopi professional, poder fer un càlcul aproximat del *seeing* d'un lloc proper a Barcelona i del camp de visió per diferents oculars, i experimentar el que significa en realitat fer observació.

7 Bibliografia

- Astronomia Fonamental. Vicent J. Martínez, Joan A. Miralles, Enric Marco, David Galadí-Enríquez. PUV.
- Fundamental Astronomy. Hannu Karttunen. Springer.
- Serviastro. Departament d'Astronomia i Meteorologia de la Universitat de Barcelona. <http://serviastro.am.ub.es/>
- Diccionari d'Astronomia. Josep M. Solanes. Universitat de Barcelona. <http://www.ub.es/slc/edic/astronomia/welcome.html?A.html>
- Nombres y catálogos estelares. Carlos Andrés Carvajal Tascón. http://almaak.tripod.com/temas/nombres_celestes.htm
- Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>

Astronomia observacional – Pràctica 1 Alella

- Schmidt-Cassegrain Telescope. Fraser Cain. www.universetoday.com/14425/schmidt-cassegrain-telescope
- American Association of Variable Star Observers. www.aavso.org
- Comet Hartley 2 Encounters The Moon (Video-carta hartley 2).
http://www.space.com/common/media/video/player.php?videoRef=SP_100929_CometHartley&mode=
- Software:
 - SkyChart III Español
 - Cartes du Ciel - SkyChart
<http://www.ap-i.net/skychart/start>

8 Annex I. Taula prèvia d'objectes a observar

Parameters	h/g	m	s
Longitude	0	9	11.8
Latitude	41	30	17
Time	19	0	0
Sidereal Time	1	49	25.51
Date	19	10	2010

Name	Right Ascension			Declination			Azimuth (South = 0)			Altitude			Culmination			Magnitud
	h	m	s	g	m	s	g	m	s	g	m	s	h	m	s	
Lluna	23	16	34.86	0	9	38.6	314	41	522,437	38	40	133,255	21	14	281,877	-12.5
Jupiter	23	44	2.62	-3	25	47.3	310	7	328,564	31	52	539,159	21	41	514,403	-2.8
Io (lluna Júp.)	23	43	59.32	-3	26	16.4	310	8	402,026	31	52	583,997	21	41	481,581	4.8
Europa (lluna Júp.)	23	44	5.63	-3	24	15.9	310	5	476,074	31	53	42.86	21	41	544,478	5.1
GanÀ-medes (lluna Júp.)	23	43	52.32	-3	26	48.4	310	10	430,298	31	53	322,993	21	41	411,681	4.4
Calixto (lluna Júp.)	23	43	45.73	-3	28	10.6	310	13	136,523	31	53	214,435	21	41	346,037	5.5
Uranus	23	52	11.81	-1	41	45.7	306	58	568,286	32	5	335,587	21	49	593,019	5.7
Miranda (L.Ur.)	23	52	11.58	-1	41	40.2	306	58	561,694	32	5	400,955	21	49	590,685	>11
Umbriel (L.Ur.)	23	52	11.53	-1	41	41.5	306	58	578,174	32	5	394,638	21	49	590,204	>11
Ariel (L.Ur.)	23	52	11.69	-1	41	47.3	306	58	596,851	32	5	333,939	21	49	591,783	>11
Oberon (L.Ur.)	23	52	11.53	-1	42	0	306	59	108,911	32	5	246,323	21	49	590,204	>11
Titania (L.Ur.)	23	52	12.47	-1	42	11.3	306	59	550,781	32	5	719,147	21	49	599,611	>11
Neptu	21	53	46.07	-13	18	12.4	344	42	608,643	33	53	286,395	19	51	529,555	7.9
Trito (L.Nep)	21	53	46.71	-13	17	59.2	344	41	516,943	33	53	396,396	19	51	536,009	>11
Eta Cassiopei 1	0	49	44.41	57	52	26.1	225	14	180,872	51	5	197,433	22	51	183,829	3.46
Eta Cassiopei 2	0	49	43.39	57	52	36.5	225	14	16,626	51	5	279,694	22	51	173,666	7.24
V638Cassiopei	23	3	11.98	55	17	40.8	224	46	150,366	65	52	462,598	21	1	749,725	6.51
Psi Draconis 1	17	41	46.41	72	8	39.6	158	1	511,267	51	6	473,181	15	40	34,584	5.78
Psi Draconis 2	17	41	44.91	72	8	38.7	158	1	45,304	51	6	413,992	15	40	33,094	4.57
HD 159870 1	17	33	42.27	57	33	6.5	134	20	0.585938	53	45	365,433	15	32	317,693	6.15
HD 159870 2	17	33	42.27	57	33	6.5	134	20	0.585938	53	45	365,433	15	32	317,693	6.51
Alfa Vulpècula	19	29	9.4	24	41	15.6	56	0	22,522	64	28	59,328	17	27	399,861	4.44/5.9
Epsilon Lyrae 1a	18	44	41.81	39	40	54.2	97	27	138,867	64	5	243,713	16	43	196,742	4.67
Epsilon Lyrae 1b	18	44	41.76	39	40	56.7	97	27	197,095	64	5	244,537	16	43	196,262	5.81
Epsilon Lyrae 2a	18	44	44.27	39	37	27.6	97	19	20,733	64	4	572,626	16	43	221,255	4.59
Epsilon Lyrae 2b	18	44	44.47	39	37	28.1	97	19	204,584	64	4	596,246	16	43	223,247	4.80
M31 (Galàxia)	0	43	19.85	41	19	42.5	251	4	20,321	49	11	568,854	22	44	548,776	4.32
M110 (Galàxia)	0	40	57.81	41	44	41.9	250	41	193,396	49	45	134,995	22	42	332,227	8.9
M2 (Cúmuli Globular)	21	34	2.63	0	46	29.1	347	43	541,919	48	37	201,672	19	32	12,756	6.47
M13 (Cúmuli d'Hercules)	16	42	4.66	36	26	24.6	106	43	0.661011	40	28	804,932	14	41	261,635	5.78
M57 (Nebulosa de l'Anell)	18	53	59.76	33	2	30.6	81	54	122,278	63	23	282,413	16	52	361,043	8.80
NGC 6543 (Nebulosa Ull de Gat)	17	58	33.08	66	37	57.3	150	34	526,758	54	37	433,484	15	57	185,044	8.10
NGC 7380 (Nebulosa)	22	47	46.99	58	10	25.7	216	1	578,284	66	24	465,875	20	45	450,371	7.20
Nu 1 Draconis	17	32	23.18	55	10	37.2	130	18	537,341	53	38	211,963	15	31	128,943	4.89
Nu 2 Draconis	17	32	28.65	55	9	56.6	130	17	449,048	53	39	787,445	15	31	183,531	4.86
Beta Delphini 1	20	38	3.24	14	37	59.8	12	32	495,808	62	38	325,534	18	36	225,371	3.64
Beta Delphini 2	20	38	3.25	14	38	0.1	12	32	494,675	62	38	328,693	18	36	225,439	4.55
Polaris	2	44	41.17	89	18	37.7	180	55	792,847	41	33	841,553	0	45	563,132	1.97
Vega	18	37	18.1	38	47	36.2	96	26	578,741	62	27	599,332	16	35	571,793	0.03

9 Annex II. Taula d'objectes observats

Parameters	h/g	m	s
Longitude	0	9	11.8
Latitude	41	30	17
Time	19	0	0
Sidereal Time	1	49	25.51
Date	19	10	2010

Name	Right Ascension			Declination			Azimuth (South = 0)			Altitude			Culmination			Magnitude
	h	m	s	g	m	s	g	m	s	g	m	s	h	m	s	
Vega	18	37	18.1	38	47	36.2	96	26	578,741	62	27	599,332	16	35	571,793	0.03
Epsilon Lyrae 1a	18	44	41.81	39	40	54.2	97	27	138,867	64	5	243,713	16	43	196,742	4.67
Epsilon Lyrae 1b	18	44	41.76	39	40	56.7	97	27	197,095	64	5	244,537	16	43	196,262	5.81
Epsilon Lyrae 2a	18	44	44.27	39	37	27.6	97	19	20,733	64	4	572,626	16	43	221,255	4.59
Epsilon Lyrae 2b	18	44	44.47	39	37	28.1	97	19	204,584	64	4	596,246	16	43	223,247	4.80
Albireo	19	31	9.42	27	58	58.5	60	58	206,424	67	6	553,931	17	29	396,753	5.17
Lyra γ	18	59	20.87	32	42	17.6	80	1	287,421	64	13	158,221	16	57	563,351	3.25
Lyra β	18	50	28.73	33	22	32.7	83	18	340,686	62	53	310,291	16	49	56,543	3.52
Lluna	23	16	34.86	0	9	38.6	314	41	522,437	38	40	133,255	21	14	281,877	-12.5
Jupiter	23	44	2.62	-3	25	47.3	310	7	328,564	31	52	539,159	21	41	514,403	-2.8
Io (lluna Júp.)	23	43	59.32	-3	26	16.4	310	8	402,026	31	52	583,997	21	41	481,581	4.8
Europa (l. Júp.)	23	44	5.63	-3	24	15.9	310	5	476,074	31	53	42.86	21	41	544,478	5.1
Ganímedes(l. Júp.)	23	43	52.32	-3	26	48.4	310	10	430,298	31	53	322,993	21	41	411,681	4.4
Calixto (l. Júp.)	23	43	45.73	-3	28	10.6	310	13	136,523	31	53	214,435	21	41	346,037	5.5
Uranus	23	52	11.81	-1	41	45.7	306	58	568,286	32	5	335,587	21	49	593,019	5.7
M57 (Nebulosa de l'Anell)	18	53	59.76	33	2	30.6	81	54	122,278	63	23	282,413	16	52	361,043	8.80
M31 (Galàxia)	0	43	19.85	41	19	42.5	251	4	20,321	49	11	568,854	22	44	548,776	4.32
NGC 869 (Doble cúmul Persei)	2	19	45.97	57	9	57.6	223	23	52,782	39	6	259,085	0	21	519,585	5.30
NGC 884 (Chi Persei)	2	23	4.24	57	10	55.8	223	11	389,502	38	41	170,874	0	24	229,242	6.10