



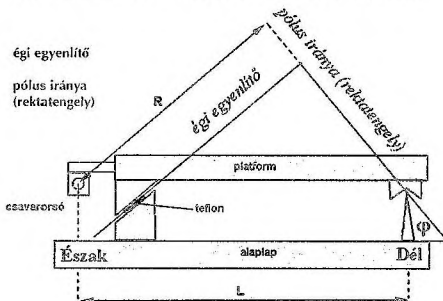
Távcsőkészítés

A pajtaajtó evolúciója: ekvatoriális platform Dobson-távcsövekhez

„Ha szeretnéd nagy nagyítással használni Dobson-távcsövedet, s mindezt anélkül, hogy 15 másodpercenként »megzökkented« a tubust, akkor ez az írás Neked szól...”

Az amatőr csillagászok régi vágya, hogy nem csak gyönyörködni akarnak a csillagos égbolt szépségeiben, hanem szeretnék megörökíteni a legkülönfélébb jelenségeket (fotó, videó, CCD-technika alkalmazásával), maximálisan kihasználva távcsövük teljesítőképességét. A népszerű Dobson-távcsöveknél – azimutális szerelés lévén – ehhez sajnos meg kell oldani a két tengely egyidejű, megfelelő sebességgel történő mozgását, illetve ki kell küszöbölni a látómező rotációját. (Nem kivitelezhetetlen egy megfelelő számítógép-program és néhány jól kiválasztott szinkronmotor segítségével, de az átlagos felszereltségű amatőr számára mégis reménytelen vállalkozásnak tűnik).

Tehát mit tehetünk, ha pl. egy 20 cm-es f/6-os hagyományos Dobsonnal szeretnénk akár csak 5 percre is exponálni egy égi objektumot? Bizony még egy 30 s-os CCD-felvétel elkészítése is kivitelezhetetlen feladat!



1. ábra

A „forradalmi” megoldás az lehet, ha a komplett Dobson-távcsövet egy, a Föld forgásával azonos szögsebességgel, de azzal ellentétes irányban mozgó – azaz ekvatoriális elfordulásra képes – lapra (azaz ekvatoriális platformra) helyezzük.

A szerényebb megoldások között a „pajtaajtó” sokféle típusa, vagy az ún. Poncet-szerelés különféle változatai lehetővé teszik az égbolt fényképezését kisebb teleobjektívvel és RFT-vel, ám alkalmazhatatlanok arra, hogy súlyosabb távcsöveket mozgassanak. Az ekvatoriális

platform „őse” Adrian Poncet francia amatőr találmánya, eredeti leírását először a Sky and Telescope közölte 1977-ben, majd egyre-másra jelentek meg a gyakorlatban kipróbált különféle változatok leírásai (1980–1988).

Mielőtt az ekvatoriális platformról részletesen szólok, röviden ismerkedjünk meg a Poncet-szerelés elvével és működésével. Az alapkonstrukció vázlatát és az összeállításhoz szükséges számítások részletes leírását megtaláljuk Jean Texerau How to make a Telescope című könyvében (1. ábra).

A Poncet-szerelés méretezése (hüvelykben):

R (görbületi sugár) = $1440 \cdot \text{rpm} / 2 \cdot \pi \cdot \text{TPI}$

L (alaphossz: csavarorsó – golyóscsap távolság) = $R / \sin \varphi$

A (a hajtott csavar 1 óra alatt történő elmozdulása) = $2 \cdot R / 24$, ahol:

rpm = a motor percenkénti fordulatszáma,

TPI = az egy hüvelykre (25,41 mm) eső menetszám,

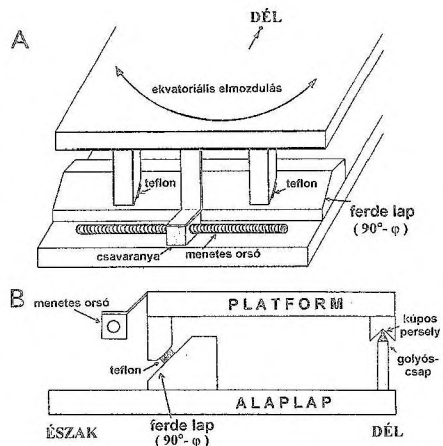
φ = az észlelőhely földrajzi szélessége

A Poncet-platformot két, alaphelyzetben egymással párhuzamos lap alkotja: az alaplap és a távcsövet (fényképezőgépet) hordozó platform. Ez utóbbi három ponton támaszkodik az alaplapra: a „déli” oldalon egy golyóscsapra, az „északi” oldalon két teflonpárnára. A teflonpárnák viszont nem közvetlenül az alaplapon, hanem egy azzal $90^\circ - \varphi$ szöget bezáró síkon nyugszanak (amelynek hajlásszöge azonos az égi egyenlítő síkjával).

Ezen a ferde síkon gyakorlatilag csak egyetlen irányban, egy kényszerpályán képes elmozdulni a platform, s ennek következtében jön létre az ekvatoriális mozgás (2. ábra).

A platformot egy megfelelő szögsebességgel hajtott (a gyakorlatban közkedvelt 1 fordulat/perc) menetes orsó mozgatja, amely ez által – a szerelési paramétereiktől függően – kb. egy órán keresztül képes követni az égitestek mozgását. Mint korábban említettem, kisebb optikákat használva egészen remek asztrofotókat lehet készíteni a Poncet-platformmal. Később kipróbáltam egy 15 cm-es $f/4,5$ -ös távcsövel is, amelyet még képes volt mozgatni – igaz, két feszítőrugót kellett alkalmazni a stabilitás növelésére! (A szerelés fotója megjelent a Meteor 2001/9. számában).

Így számomra a gyakorlatban is beigazolódtott, hogy mi a szerelés gyenge pontja: csak kis, esetleg közepes tömegű optikák helyezhetők a platformra, mert egyébként olyan tangenciális erők lépnek föl a ferde síkon, amelyek lebillenthetik a távcsövet a golyóscsapról. Ennek ellenére állítom, hogy a Poncet-szerelést érdemes kipróbálni, hiszen a legnagyobb előnye, hogy nincsenek különleges megmunkálást igénylő alkatrészei (mint pl. íves felület), gyakorlatilag három darab deszkalapból elkészíthető.



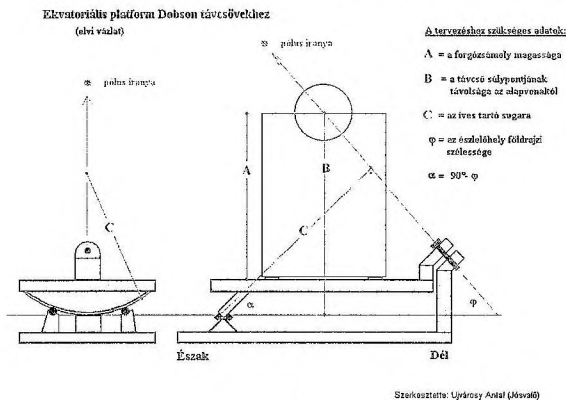
2. ábra

Az alábbiakban ismertetett ekvatoriális platform a Poncet-szerelés alapelvét követi, ám olyan konstrukciós módosításokkal, amelyek következtében a szerkezet 20–30 kg-os, vagy akár még nagyobb tömegű távcsövet is biztonságosan tud hordozni kb. 1–1,5 órán keresztül!

Összehasonlítva az eredeti Poncet-szerelést az ekvatoriális platformmal, jól látszanak a lényeges különbségek:

1. A távcső súlypontja a forgástengelyen van.
2. A távcső tömegének kb. 2/3-a az íves tartó alatt lévő két pár csapágyon nyugszik a szerelés „északi” oldalán, míg a tömeg kb. 1/3-át a „déli” oldalon lévő tengelycsonk tartja.
3. A platform a tengelycsonknál kapcsolódik az alaplaphoz, a rajz szerinti módon (nincs „lebillenés-veszély”)
4. Mivel az íves tartórész nem csúszófelületen, hanem csapágyakon fordul el, minimális az esetleges vibráció lehetősége.

A nagyobb tömegű távcsövekhez szerkesztett ekvatoriális platform működésének lényege a tökéletes kiegyensúlyozottságban rejlik. Mivel a távcső súlypontja a képeletbeli rektaszenciós tengelyen helyezkedik el, és az érintkező felületeknél csak gördülési ellenállás léphet fel, egészen kis erő elegendő a szerkezet mozgatásához.



3. ábra

A platform megtervezéséhez az alábbi adatok szükségesek (3. ábra):

A = a Dobson-távcső forgószámolyának (vagyis a súlypont) magassága

B = a távcső súlypontjának távolsága az alapvonaltól

C = az íves tartó sugara

φ = az észlelőhely földrajzi szélessége

Az adatokból következik, hogy az ekvatoriális platform egy adott földrajzi szélességre, egy adott Dobson-távcsőhöz készül. Lássuk röviden a tervezés és összeállítás főbb lépéseit:

1. Mindenekelőtt a Dobson szerelésről készítsünk egy pontos, méretarányos vázlatrajzot milliméterpapírra, amelyről majd kimérhetjük a platform egyes részeinek főbb paramétereit. (Én 1:2 arányú rajzot készítettem, erről még 0,5 mm-es pontossággal leolvashatók a méretek.)

2. A következőkben döntjük el, hogy milyen távolságban legyen a platform az alaplaptól. A szerkesztéshez szükséges „alpvonalat” ezek között jelöljük ki, célszerűen 6–8 cm-rel a platform alatt!”

3. MÉRJÜK MEG A FORGÓSZÁMOLY KÖZÉPPONTJÁNAK MAGASSÁGÁT (A).

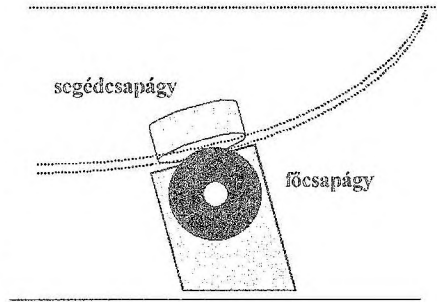
4. Határozzuk meg a távcső súlypontjának távolságát a képzeletbeli alpvonaltól (B).

5. Jelöljük ki a „képzetes rektaszncenziós tengely” vonalát, vagyis az alpvonalra mérjük fel a (φ) szöget, úgy hogy a szög szára a távcső súlypontján haladjon keresztül. A képzetes rektaszncenziós tengely hajlásszöge értelemszerűen mindig az adott észlelőhely földrajzi szélességének megfelelő szög.

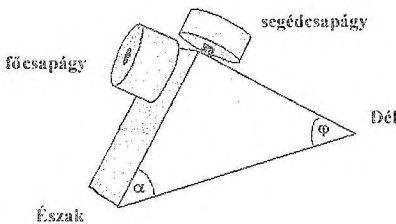
6. Határozzuk meg az íves tartó sugarát (C): állítsunk merőlegest a „rektaszncenziós tengelyre” a 3. ábra szerint. Az alpvonalnál lévő metszéspont jelöli ki az íves tartó sugarának hosszát. E vonal statikai megfontolásból célszerűen a Dobson-szerelés alaplapján kívül helyezkedjen el. A (C) szakaszt a lehető legpontosabban kell megmérni, hiszen ez az ív a tökéletes követés záloga.

Az ekvatoriális platformot 15–20 mm vastag rétegelt lemezekből, vagy alaposan felületkezelt bútortalapból készítsük. A fa eleve jól csilapítja a rezgéseket. A platform 5–10 cm-rel szélesebb, és kb. 20 cm-rel hosszabb, mint a Dobson-távcső-oszlop alapja. Az alaplap szélessége azonos a platforméval, de legalább 10 cm-rel hosszabb annál, hogy legyen elég hely a motor és meghajtó szerkezet számára.

Miután pontosan megszerkesztettük a méreteket, szabjuk le a platformot és az alaplapot. Első látásra nehéznek tűnik az íves tartó elkészítése, de a gyakorlatban mégsem ördögösség (egy jó parabolatükör csiszolásához képest gyerekjáték). A (C) sugárral rajzoljuk meg egy rétegelt lemezre az ívet. Az ív hossza azonos a platform szélességével, magasságát leolvashatjuk a szerkesztett rajzról.



4. ábra



5. ábra

Az íves felületet dekopír-fűrészszel (vagy szalagfűrészszel) lehet kivágni, ügyelve arra, hogy a jelölés látható maradjon, mivel később még le kell csiszolni a felületet. Az íves lapot ideiglenesen rögzítsük egy deszkára úgy, hogy az egyenes oldala pontosan derékszöveget zárjon be vele. Jelöljük be az ív középpontját, ahová egy csavart hajtunk a deszkába. A csiszolás során e ponton fog az íves rész elfordulni a megfelelő (C) sugárral. Egy rögzített szalagcsiszoló

előtt finoman elfordítva az ívet, több fokozatban, tökéletesen kialakítható a szükséges felület.

Az íves forgórészt 2–3 db háromszög alakú távtartóval rögzítjük a megfelelő szögben ($90^\circ - \varphi$) – és megfelelő távolságban – a platform alá. Nagyon lényeges, hogy pontosan egybeessen az ív középpontja és a platform középvonala.

A következő lépésben el kell készíteni a tervrajz szerinti tengelycsonk ferde síkú tartóit, ügyelve arra, hogy ezek síkja szintén $90^\circ - \varphi$ szöget zárjanak be az alapvonalal.

Az íves tartó tökéletesen sima elfordulását két pár golyóscsapágy biztosítja. A csapágytartók szimmetrikusan helyezkednek el az ív két oldalán. A főcsapágyak tengelyei a pólusra mutatnak, míg a segédcsapágyak tengelyei erre merőlegesek, és a képzetbeli rektaszenciós tengelyre mutatnak (4. ábra)!

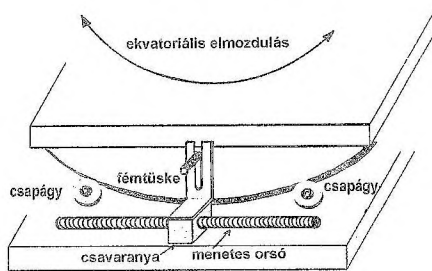
A pontos méreteket a tervrajzról kimérve elkészíthetjük az 5. ábra szerinti csapágytartókat.

Hová rögzítsük a két csapágytartót az alaplapon? Ha túlságosan közel helyezzük őket egymáshoz, akkor a rendszer kevésbé lesz stabil, ám hosszabb ideig fog működni – mielőtt visszaállítjuk alaphelyzetbe. A (C) sugarú ív kerületének $1/24$ -ed része egyenlő az ív egy óra alatti elmozdulásával. Tehát ha a két csapágytartót ilyen távolságba helyezzük jobbra – balra a platform szélétől, akkor kb. 60 perc lesz a következő idő. Mielőtt véglegesen felszerelnénk az alaplpra, győződjünk meg, hogy pontosan szimmetrikus-e a helyzetük, és ellenőrizzük, hogy a csapágyak valóban csak egy-egy ponton érintkeznek az íves tartóval. A távcsövet a platformra helyezve, teljes terheléssel is ellenőrizzük a felületek érintkezését. (Ha korábban volt is parányi pontatlanság, a távcső súlya alatt tökéletesen kell illeszkedni a felületeknek.)

Nagyon tanulságos, ha elvégezzük a következő kísérletet: az összeszerelt platformot a távcsővel együtt állítsuk északra, a tubust pedig a földrajzi szélességnek megfelelő szögbe. Ha most „meglengetjük” egyik és másik irányba a szerelvényt, azt tapasztaljuk, hogy a távcsőtubus nem mozdul el egyik irányba sem, csupán az optikai tengely körül fog elfordulni. Ebben a helyzetben az optikai tengely pontosan kijelöli a képzetes rektaszenciós tengelyt.

A szerkezet finommozgatását egy megfelelő áttételű szinkromotor végzi. A motor egy csavarorsót forgat, amelyen egy speciálisan kialakított villás fémlap mozdul el. Ez utóbbi a platformhoz rögzített fémtüskének adja át a nyomatékot, ahogy a mellékelt vázlat mutatja (6. ábra). A platformhoz rögzített hajtótüske elmozdul a horonyban, miközben átadja a menetes szár mozgását a platformnak. A hajtótüske akkor van legalacsonyabb helyzetben, amikor a platform középhelyzetben áll, és a mozgás végén éri el a legmagasabb pozícióját.

Végül a legfontosabb, hogy megtudjuk, milyen legyen a motor fordulatszáma. Az ívnek elméletileg kerekítve 23^h50^m alatt kell egy fordulatot megtennie. Tehát a kerü-



6. ábra

letet elosztva 1436-tal, megkapjuk az ív egy perc alatti elmozdulását. Lássunk egy konkrét példát az én távcsővem esetén, ahol az íves tartó sugara: $C = 600$ mm, kerülete: 3769,9 mm.

Tehát az egy perc alatti elmozdulás értéke: $3769,9/1436 = 2,62$ mm. A platformhoz én egy M 10-es, 1,5 mm menetemelkedésű menetes szarát használom, amelyet 1,75 ford./perc sebességgel kell forgatni.

A gyakorlatban az a legjobb megoldás, ha egy egyszerű vezérlőegységgel szereljük fel a motort, hogy bizonyos határok között szabályozni lehessen a fordulatszámot. Az idő előrehaladtával kis mértékű követési hiba lép föl (az ún. tangenshiba), amit a fordulatszám parányi változtatásával korrigálhatunk. Megjegyzem, hogy dörzshajtás esetén nincs tangenshiba, ha pl. az itt leírt platform egyik főcsapágya helyére egy vele azonos méretű hajtott kereket szerelünk, amely kb. 1 óra alatt fordul egyet, akkor egy „tökéletes és örök életű” meghajtó rendszer a végeredmény.

Hogyan állítsuk pólusra a platformot? (Többféle módszer leírását találjuk az Amatőrcsillagászok kézikönyvében).

Kézenfekvőnek tűnik egy pólustávcső felszerelése, de mint látni fogjuk, ez felesleges.

Első lépésként pontosan jelöljük meg a platform É-i oldalának és a távcső alaplapjának a közepét. Állítsuk északra az alaplapot és vízszintezzük be (ehhez egy rögzített libella tökéletesen megfelel).

Az alaplap beszintezése után, tegyük a helyére a platformot és a távcsövet. Fordítsuk a tubust északi irányba úgy, hogy a földrajzi szélességnek (φ) megfelelő szöget zárjon be a platformmal. (A Dobson-állvány oldalára szerelt szögmérő segítségével ez könnyen megvalósítható). Kis nagyítású okulárral a látómezőben kell lennie a Polarisnak. Ha nincs, akkor be kell állítani. Ne feledjük, hogy a tényleges pólus a λ UMi és a Polaris között található!

Ezután ellenőrizzük a platformon és a távcső alaplapján a jelöléseket. Ha a két jelzés nincs egy vonalban, akkor még nem áll a szerkezet pontosan É-i irányban.

Hozzuk egy vonalba a jelzéseket az alaplap óvatos elfordításával. Állítsuk be ismét a Polaris-t, és ha szükséges, ismételjük meg a lépéseket, amíg egybe nem vág a két jelzés.

Nagyobb nagyítású okulárral állítsunk be egy tetszőleges égitestet. (Pl. az égi egyenlítő környékén). Jegyezzük meg az égitest elmozdulásának az irányát a látómezőben.

A motor bekapcsolása után figyeljük meg az objektum helyét a látómezőben. Ha lassan lemarad, akkor növelni, ha siet, akkor csökkenteni kell a motor fordulatszámát.

Amikor sikerült „befagyasztani” a látómező közepére az égitestet, akkor tökéletes a beállítás, és több mint egy óra van hátra, amíg ismét alaphelyzetbe kell állítani a szerkezetet.

Zárszó helyett... Miközben e sorokat írom, az ország másik végében Bozsoky János személyében egy lelkes amatőr éppen ekvatoriális platformok szerkesztésével és építésével műlatja idejét, a Dobson-távcső-tulajdonosok örömeire. Azt hiszem, ezzel az egykori pajtaajtó evolúciója kiteljesedett...

UJVÁROSY ANTAL

A cikkben leírt ekvatoriális platformmal kapcsolatokban I. színes képmellékletünket! – A szerk.