

Astronomické montáže

Astronomické teleskopy jsou specifickým typem velmi přesných přístrojů. Obecně řečeno je v obvyklých případech hlavním smyslem stavby těchto přístrojů zachycení optického signálu velmi vzdálených a velmi slabých zdrojů. Ve výsledku je profesionální teleskop jako celek rozměrné počítači řízené opticko-mechanicko-elektronické zařízení s vysokou hmotností, které musí z pohledu mechanické konstrukce splňovat extrémní nároky na rozměrovou stabilitu a tuhost. Zároveň musí konstrukční řešení teleskopu zajistit podmínky pro precizní justáž prvků optické soustavy a pro optimální sledování studovaných objektů, které jsou v pohybu.

Astronomické teleskopy jsou tvořeny několika typy stavebních prvků

Optika

Mechanika

Elektronika

PC hardware a software

(obsluha zařízení, pozorování a archivace dat, vyhodnocení výsledků jinde)

Mechanická konstrukce

Objímky a nosiče optických prvků

Tubusy přístrojů

Montáže

Montáže

Podpůrné systémy – pylony

Nosné konstrukce

Upevňovací prvky

Kloubové závěsy

Pohybové systémy

Proč potřebujeme montáže?

Účelem je umožnit sledování pohybujících se objektů pomocí teleskopu (s výjimkou stacionárních teleskopů). Pohyb objektů je až na výjimky (stálíce *cirkumpolární* hvězdy) podobný. <http://observatory.cz/static/Obloha%20dnes/otacivka.php>

(Štefánkova hvězdárna v Praze - určování polohy – souřadnice.)

Systém pohybu vyžaduje univerzální použitelnost a jednoduchost s minimem omezení pohybů. Velice důležitý je přístup pozorovatele (objekt sleduje kamera, pozorovatel je jinde).

Pozorování vyžaduje plynulý a přesný pohyb bez nejistot a negativních vlivů na teleskop.

Astronomická montáž – zařízení sloužící k upevnění dalekohledu způsobem umožňujícím sledování astronomického objektu při jeho zdánlivém pohybu východ – zenit – západ. Všechny typy montáží mají minimálně dva stupně volnosti (Stupeň volnosti je možný nezávislý směr pohybu. Bod, těleso nebo mechanismus má *i* stupňů volnosti jestliže se může pohybovat *i* nezávislými směry.) pro rotaci ve dvou vzájemně kolmých osách a nějaký způsob aretace (Slovník - mechanické zařízení chránící choulostivý měřicí nebo jiný systém. Označení zablokování nějakého pohybu.). Ideální montáž musí být schopna rotace o 360° za den a sledování objektů v libovolné výšce nad obzorem.

S rostoucím zvětšením optické soustavy používaného přístroje se zmenšuje jeho zorné pole. Důsledkem je, že sledovaný objekt ze zorného pole rychle zmizí, pokud nebudeme ve směru jeho pohybu současně natáčet i dalekohled.

Mimo jiné z této skutečnosti plyne i nutnost vybavení teleskopu *hledáčkem* – dalekohled s velkým zorným úhlem upevněný na pozorovacím teleskopu a osou nastavenou paralelně

AZIMUTÁLNÍ (alt-azimutální) montáž svislá osa z prochází středem Země a místem pozorování, dalekohled se okolo ní otáčí o úhel odečítaný na azimutálním kruhu v rozsahu 360° (**azimut A_z**). Vzhledem k azimutální rovině určené osami x a y lze přizpůsobovat nastavení teleskopu tak, aby odpovídal výšce pozorovaného objektu nad obzorem (**altituda**). Je zřejmé, že sledování objektu, který je v pohybu, vyžaduje současnou rotaci v obou rovinách otáčení. Pro fotografování musí být tento typ montáže vybaven ještě třetím typem rotace, protože je třeba navíc eliminovat otáčení oblohy. Typické snímky s jedinou hvězdou uprostřed a soustřednými kruhovými drahami okolních hvězd jsou pořízeny právě s využitím azimutálního typu montáže bez potlačení vlivu rotace zorného pole teleskopu.

Tento typ mechaniky je používán u teodolitů, největších radioteleskopů a velmi velkých a těžkých konstrukcí moderních přístrojů, protože snesou větší zatížení při srovnatelně mohutné konstrukci a jsou méně náročné na rozměry observatoře.

Montáž PARALAKTICKÁ neboli polární, či rovníková (ekvatoriální). Pevná osa je nasměrována rovnoběžně se Zemskou osou k světovému pólu (míří přibližně k Polárce), okolo ní se otáčí těleso dalekohledu souběžně s hvězdnou oblohou v **hodinovém úhlu** podél světového rovníku (**rektascenze**). Pohyb hvězd stačí sledovat v jediné ose (polární), protože deklinace většiny astronomických objektů se nemění. Kolem polární osy se dalekohled musí otočit za 24 hodin (necelých), aby kompenzoval rotaci Země. Druhá osa (deklináčnická) je na polární osu kolmá.

Pro konstrukci montáže to znamená, že vystačíme s rotací v jedné ose. Pro ruční posuv nebo mechanické posuvy typu hodinový stroj je to snadno realizovatelná varianta. Do nástupu aplikací krokových motorů a počítačového řízení to byla jediná možnost. Dnes je tato varianta nejčastější u malých teleskopů.

Výjimkou v pravidle konstantní deklinace jsou Měsíc (rychlejší změna) a Slunce (pomalejší změna). Deklinace se mění ještě u objektů těsně pod obzorem. Vlivem zakřivení dráhy světla při průchodu vrstvou atmosféry okolo Země, je vidět i objekty, které jsou pod úrovní obzoru. Tento jev je v nadhlavníku nulový (kolmý dopad na atmosféru) na horizontu je maximální (půl stupně).

b) Podle předpokládaného umístění montáží

- Přenosné - ruční
 - stolní
 - venkovní
- Stabilní - venkovní
 - kopulové

c) Podle konstrukčního řešení můžeme montáže rozlišovat podle několika kritérií:

Podle způsobu rotace

- montáže s kulovým kloubem – teleskop je polohován okolo jednoho bodu
- asymetrické montáže – teleskop je uložen mimo osu, okolo které rotuje
- symetrické montáže – osa rotace je shodná s osou teleskopu

Asymetrické montáže se dále rozlišují podle systému podpěr nesoucích montáž

- s jedním pylonem německý typ montáže
- se dvěma pylony anglický typ montáže

Symetrické montáže dělíme podle systému podpěr nesoucích montáž na

- vidlicové s jedním pylonem
- rámové se dvěma pylony
- podkovové

Názvy jednotlivých montáží jsou potom kombinací zvoleného typu souřadného systému viz. a) s variantou zvoleného konstrukčního řešení viz. c). V praxi tak například existuje symetrická i nesymetrická varianta paralaktické montáže nebo vedle německého typu existuje anglická paralaktická montáž.

Přenosné montáže

Vedle úvah o funkční optimalizaci montáží k jednotlivým teleskopům, musí konstruktér počítat zejména s tím, že navrhuje mobilní zařízení a musí být tedy možné s ním pohybovat a přemísťovat jej např. autem, ale také zásobovat elektřinou.

Ruční – nadšení a pevná ruka.



Stolní – konstrukčně nejjednodušší, subtilní varianty, odpovídající hmotnosti stolních teleskopů bez kotvení a vysokého stativu



Venkovní – principy uchycení a rotací jsou shodné, ale konstrukce musí být podstatně tužší a odolnější k vibracím. Montáže (stativy) jsou přibližně o 60 cm vyšší a hmotnost teleskopů se může blížit limitu fyzických sil dospělého muže. Je také třeba počítat s vlivem okolního prostředí (střídání teplot, vlhkost, vítr, prach). Konstruktor zesiluje konstrukční prvky, doplňuje aretace jednotlivých posuvných nebo otočných prvků, uvažuje o kotvení k zemi a všemožně systém vyztužuje a vyvažuje.

Stabilní montáže

Konstrukce stabilní trvale lokalizované montáže umožňuje využít další konstrukční materiály (ocel, beton). Realizovat přívod elektrické energie trvalou kabeláží a vyhnout se tak nevýhodným akumulátorům. Zároveň je třeba konstrukci připravit na trvalé působení počasí.

Venkovní stabilní montáže

Nejčastěji je montáž připevněna na trubkovém pylonu zakotveném v betonovém základě. Převodovky a motory použité v pohonech rotací musí být kryté proti působení atmosférických vlivů a z hlediska provozu elektrických zařízení musí být bezpečné. Variantou je přenášení elektroniky rotací společně s teleskopem. Stabilní montáže ve venkovním provedení jsou variantou pro pokročilé amatéry využívající terén se stabilně výhodnými pozorovacími podmínkami.

Stabilní kopulové montáže

Tímto způsobem jsou řešeny montáže na profesionální úrovni, kdy je volba stanoviště řešena s nejvyšší zodpovědností, zásadní jsou stabilní pozorovací podmínky.

Montáže jsou konstruovány současně se stavbou observatoře a proto je možné eliminovat nepříznivé vlivy v maximální možné míře. Hmotnosti pozorovacích teleskopů se pohybují často v tunách a průměry primárních zrcadel jsou řádově v metrech. Konstrukční řešení předchází statické a dynamické výpočty namáhání součástí, je třeba počítat s teplotní nestabilitou rozměrů používaných materiálů. Sleduje se síla větru v místě observatoře a uvažuje se např. i o zemětřesení.

Příklady konstrukčních řešení astronomických montáží add c

Rozsah textu umožňuje ukázat pouze základní typy astromontáží a několik zajímavostí na toto téma v závěru.

add c 1)

Kloubové – jeden kulový kloub na vrcholu svislé tyče, případně na rameni nakloněném oproti svislé ose umožní libovolný pohyb. Zdánlivě ideální, ale systém je vhodný jen pro ruční obsluhu a pro velmi lehké dalekohledy bez možnosti fotografovat posunující se objekty více než několikavteřinovou expozicí. Takže je používán většinou pro klasickou fotografii .

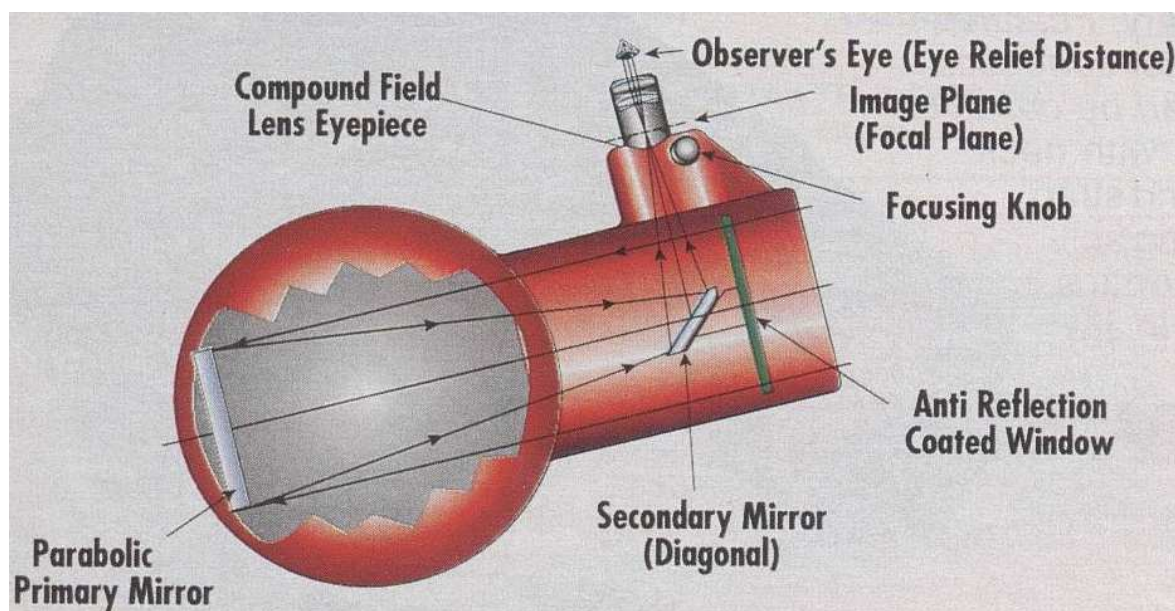
Variantou na kulový kloub je tubus s kulovým tělesem ve spodní části okolo jehož středu lze pak dalekohled natáčet. Klasická pozice pozorovatele využívajícího tento princip je v sedě na zemi se zkříženými nohama a malým teleskopem na klíně.



montáž s kulovou základnou



zrcadlo parabola průměr cca 100 mm, zorné pole 3° (třikrát měsíc)

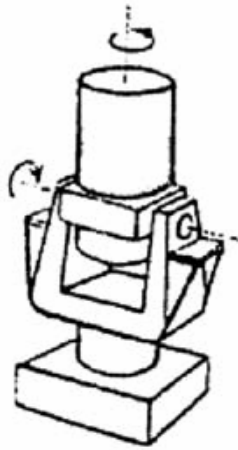


Vidlicové azimutální montáže

Praktickou variantou azimutální montáže je **Dobsonova montáž** nejčastěji využívaná na amatérské úrovni pro teleskopy s Newtonovou stavbou ve formě stolní nebo venkovní montáže. Na příkladu tohoto typu montáže lze dobře vysvětlit princip alt-azimutální montáže. Desková základna ležící v horizontální rovině je uchycena otočně okolo svislé osy, jejím natočením lze měnit azimutální úhel A_z . Změnu elevačního úhlu tedy náklon teleskopu odpovídající úhlové výšce hvězdy h zajišťuje rotace okolo vodorovné osy.



Vidlicová azimutální montáž

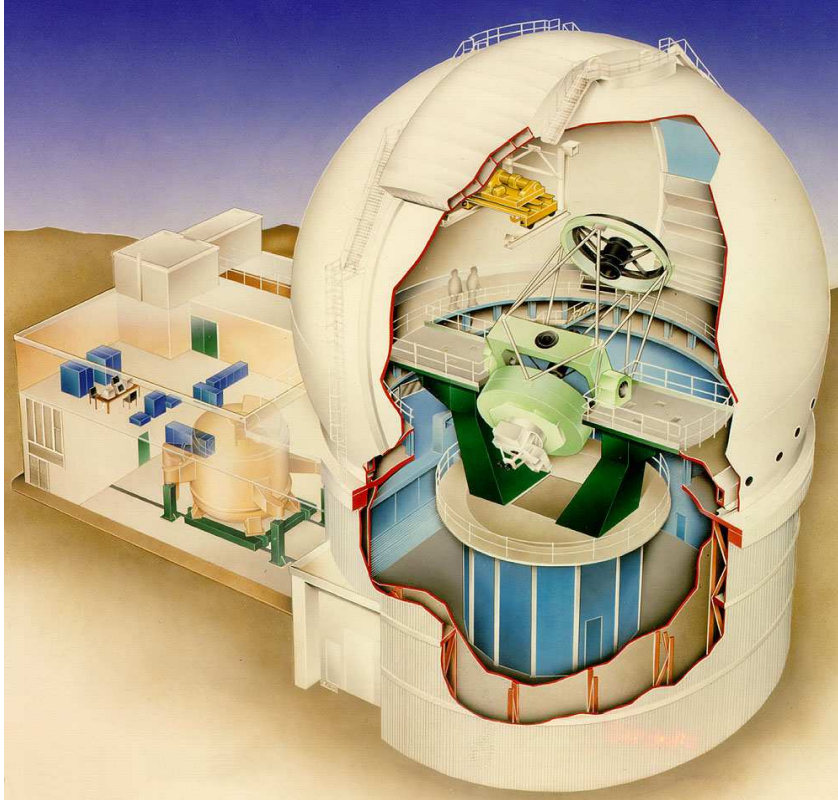


Azimutální montáže našli znovu uplatnění s vývojem polohovacích zařízení, kdy moderní technika umožňuje plynulé sledování hvězd i při použití dříve nevýhodného kinematického řešení.



The William Herschel Telescope has an altazimuth mount. Maximum rotations are $0-95^\circ$ from the horizontal and $\pm 270^\circ$ about East.

Okolní tři obrázky nabízejí pohledy na **třetí největší teleskop** (Kanárské ostrovy – Herschel)



Observatory location: **La Palma, Canary Isles**

Moving Mass: **210 metric tonnes**

Mirror diameter: **4.2 metres**

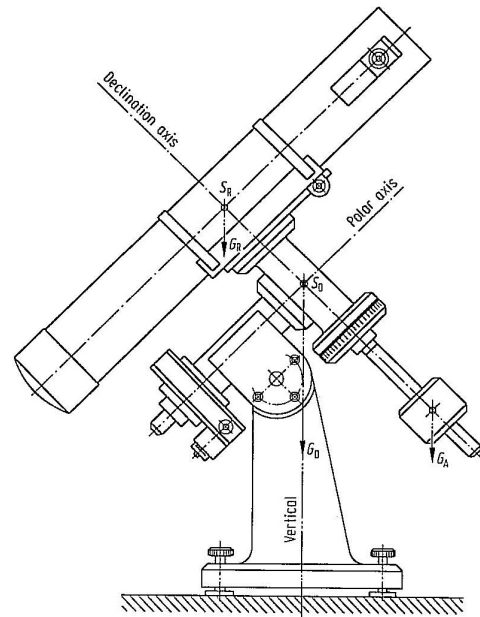
první pozorování optického gama záblesku, uprostřed Mléčné dráhy nalezena supermasivní černá díra

Varianta azimutální montáže *s odkloněnou osou* nosné vidlice. Výhodou je větší rozsah nastavení výšky hvězdy při krátkých ramenech vidlice.



Paralaktické montáže

Asymetrická paralaktická montáž - německý typ (asymmetrical equatorial mounting)

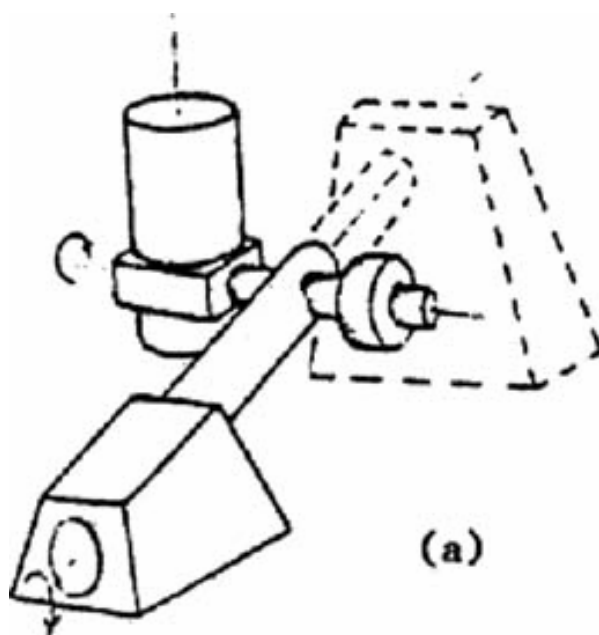
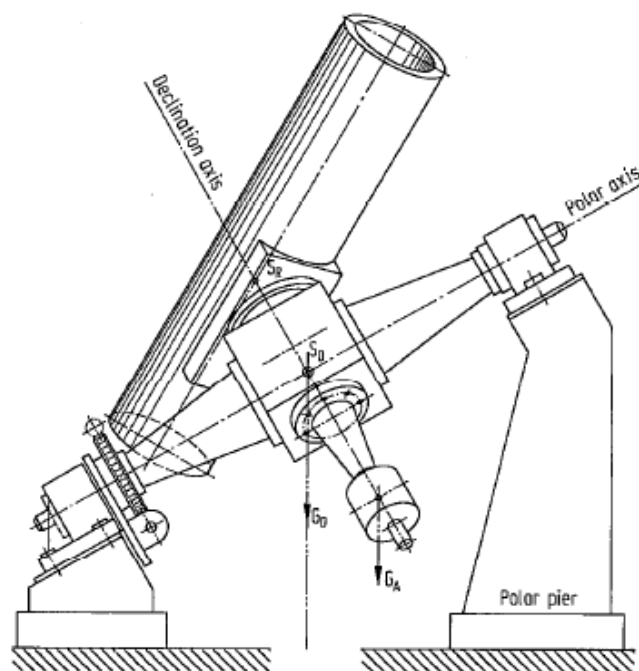


Typickým znakem je jediný pylon nesoucí mechanismus montáže. V současnosti velmi rozšířený typ montáží zejména v rukou amatérských astronomů. Po nastavení polární osy na světový pól a deklinace stačí jednoduchou rotací okolo této osy následovat objekt. Protizávaží kompenzuje hmotnost teleskopu, čímž zajišťuje vyvážení mechanického systému. Pro větší přístroje je výhodné rozložit zatížení mezi dva pylony.



Mount Stromlo Observatory Austrálie
50ti palcový teleskop (1959)

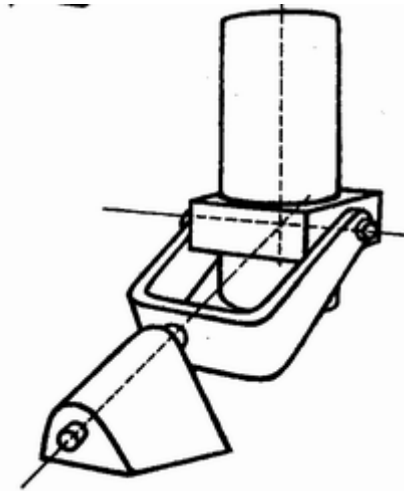
Asymetrická paralaktická montáž – anglický typ



Anglický typ asymetrické paralaktické montáže je charakteristický dvěma pylony, které nesou mechanismus montáže. Je zřejmé, že řešení podpěrného systému s dvojicí pylonů poskytuje teleskopu výrazně vyšší stabilitu než německý typ montáže. Na obrázcích je vidět, že varianta montáže se zkříženými osami nabízí konstruktérovi výhodné podmínky pro vyvážení celé soustavy. Montáž je vhodná pro observatoře umístěné v místech s relativně nízkou zeměpisnou šířkou. V blízkosti pólu by bylo nutné, v důsledku velkého úhlu mezi polární osou a svislicí, volit velký rozdíl ve výškách podpěr montáže, což by způsobovalo zvýšené namáhání konstrukčních prvků na nižší podpěře a některé prostorové problémy.

Vidlicová paralaktická montáž

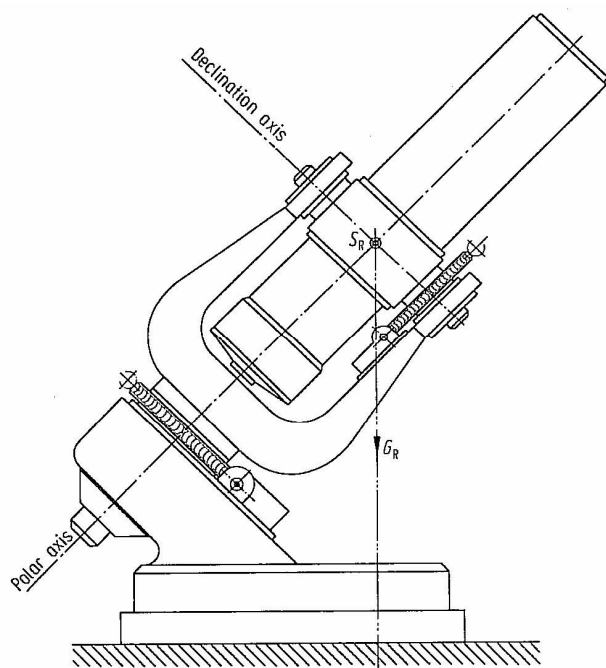
Tubus dalekohledu je držen v těžišti jednoduchou či oboustrannou vidlicí. Odpadá protizávaží německé montáže. Často se používá pro dalekohledy typu Schmidt-Cassegrain.



UKST is located adjacent to the 3.9 meter Anglo-Australian Telescope at Siding Spring Observatory, Australia. The UK Schmidt Telescope (UKST) is a survey telescope with an aperture of 1.2 meters and a very wide-angle field of view (6° by 6°). The telescope was commissioned in 1973 and, until 1988, was operated by the Royal Observatory,

Edinburgh. It became part of the AAO in June 1988. The telescope was designed to photograph 6.6×6.6 degree areas of the night sky on plates 356×356 mm (14×14 inches) square in order to produce photographic plates of the night sky. The UKST's initial task was the first deep, blue-light photographic survey of the southern skies, which was completed in the 1980s.

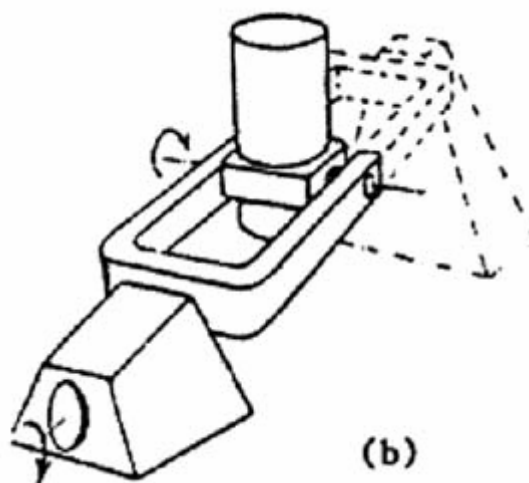




The **Samuel Oschin telescope** (also named **Oschin Schmidt**) is a 48-inch (1.22-m) aperture Schmidt camera at the Palomar Observatory in northern San Diego County, California. It consists of a 49.75-inch Schmidt corrector plate and a 72-inch (f/2.5) mirror. The instrument is strictly a camera; there is no provision for an eyepiece to look through it. It originally used 10 and 14-inch glass photographic plates. Since the focal plane is curved, these plates had to be preformed in a special jig before being loaded into the camera. Construction on the Schmidt telescope began in 1939 and it was completed in 1948. It was named the Samuel Oschin telescope in 1986, before that it was just called the 48-inch Schmidt

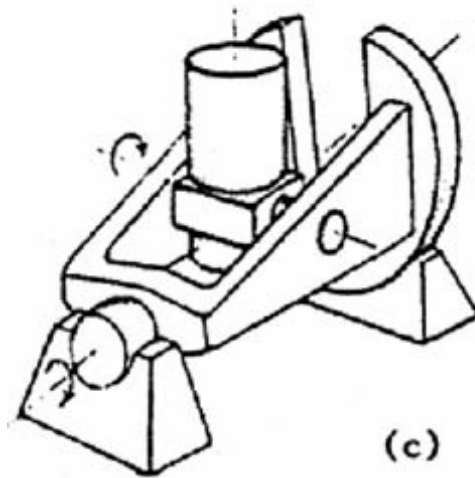
Rámová paralaktická montáž

Problém namáhání jednoho pylonu u vidlicové montáže řeší rámová konstrukce paralaktické montáže přidáním druhého pylonu.. Nedostatkem rámové konstrukce je nemožnost natočení teleskopu do blízkosti světového pólu (překáží rám u horního pylonu).

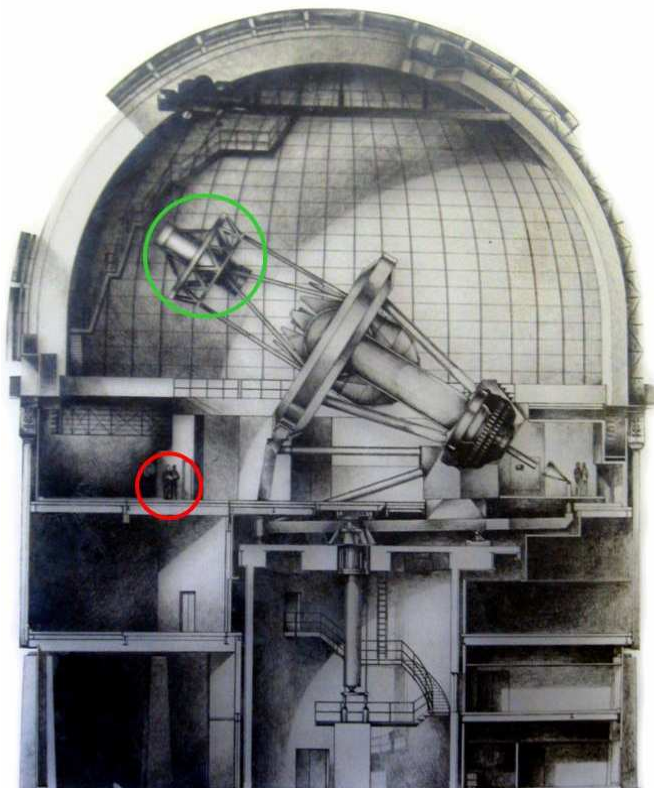
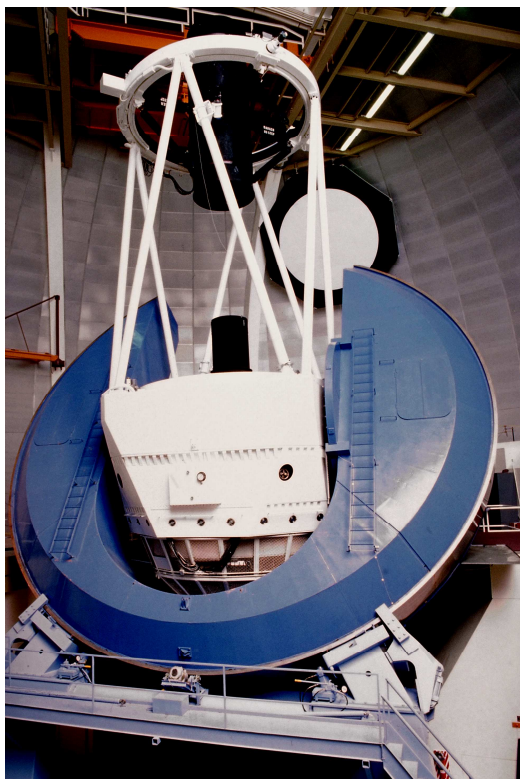


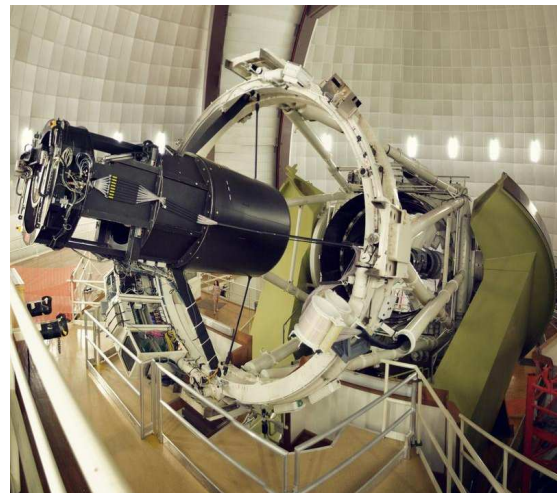
Podkovovitá paralaktická montáž

je velmi často užívanou variantou paralaktické montáže pro těžké teleskopy, která v rámci vykrojení „podkovy“ dovoluje natočit teleskop směrem ke světovému pólu.



The **Víctor M. Blanco Telescope**, also known as the **Blanco 4m**, is a 4m telescope located at the Cerro Tololo Inter-American Observatory, Chile. Commissioned in 1974 and completed in 1976, this telescope is similar to the Mayall 4m telescope located on Kitt Peak. In 1995 it was dedicated and named in honor of Víctor Manuel Blanco, the Puerto Rican astronomer.





Podkovovité montáže jsou moderní

Siding Spring Mountain, Australia

Kitt Peak National Observatory in Arizona

Moving Mass: 120 metric tonnes
Mirror diameter: 3.9 metres

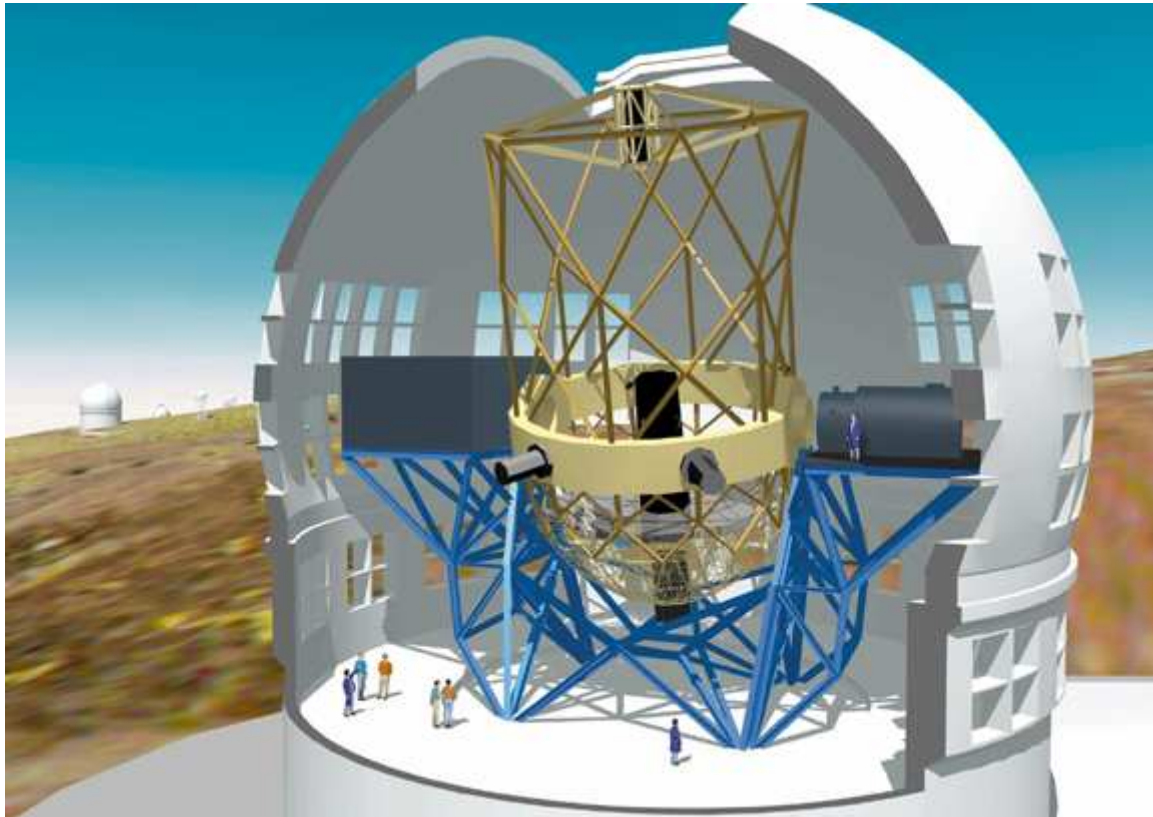


The 200-inch (5.1 m) Hale Telescope (f/3.3) was the world's largest effective telescope for 45 years (1948 - 1993). It is still a workhorse of modern astronomy. It is used nightly for a wide range of astronomical studies. On average the weather allows for at least some data collection about 290 nights a year.

The 188cm telescope is the largest telescope in Japan. It was the seventh largest telescope in the world and the largest telescope in the eastern world at the time of its foundation. It took about 5 years and cost 300 million dollars at the time to construct the telescope and its enclosure. This telescope has several sisters (i.e. same type of telescopes constructed by Grubb Parsons Inc.) in the world; in Canada, in Australia, in France, in Egypt, and in South Africa.



Tuto montáž jsem vybral protože kombinuje anglický a podkovový typ montáže do jednoho řešení. Křížová montáž (polární osa se kříží s deklinační přibližně symetricky) rozkládá zatížení na dva pylony. Na nižším pylonu je velké hnané kolo, které je u podkovových montáží jinak umístěno na horním pylonu. Hmota vlastního teleskopu je vyvážena protizávažím.



Gran Telescopio Canarias (GTC) je klasickým reflektorem v konfiguraci Ritchey-Chrétien s alt-azimutální montáží. Hlavní (primární) zrcadlo je složeno z 36 nezávislých hexagonálních zrcadel o velikosti strany 936 mm. Celková sběrná plocha objektivu má průměr 10,4 m. <http://www.astro.cz>

Je součástí Roque de los Muchachos Observatory na ostrově La Palma na Kanárských ostrovech.

Je největším dalekohledem světa s pohyblivým segmentovaným zrcadlem.

Největší teleskop?

optický – zrcadlový – monolitické zrcadlo

Large Binocular Telescope dvě zrcadla pr. 8,4 odpovídá zrcadlu o pr. 11,8 m

segmentované zrcadlo

South African Large Telescope 11,1 x 9,8 m nepohyblivý primár

čočkový

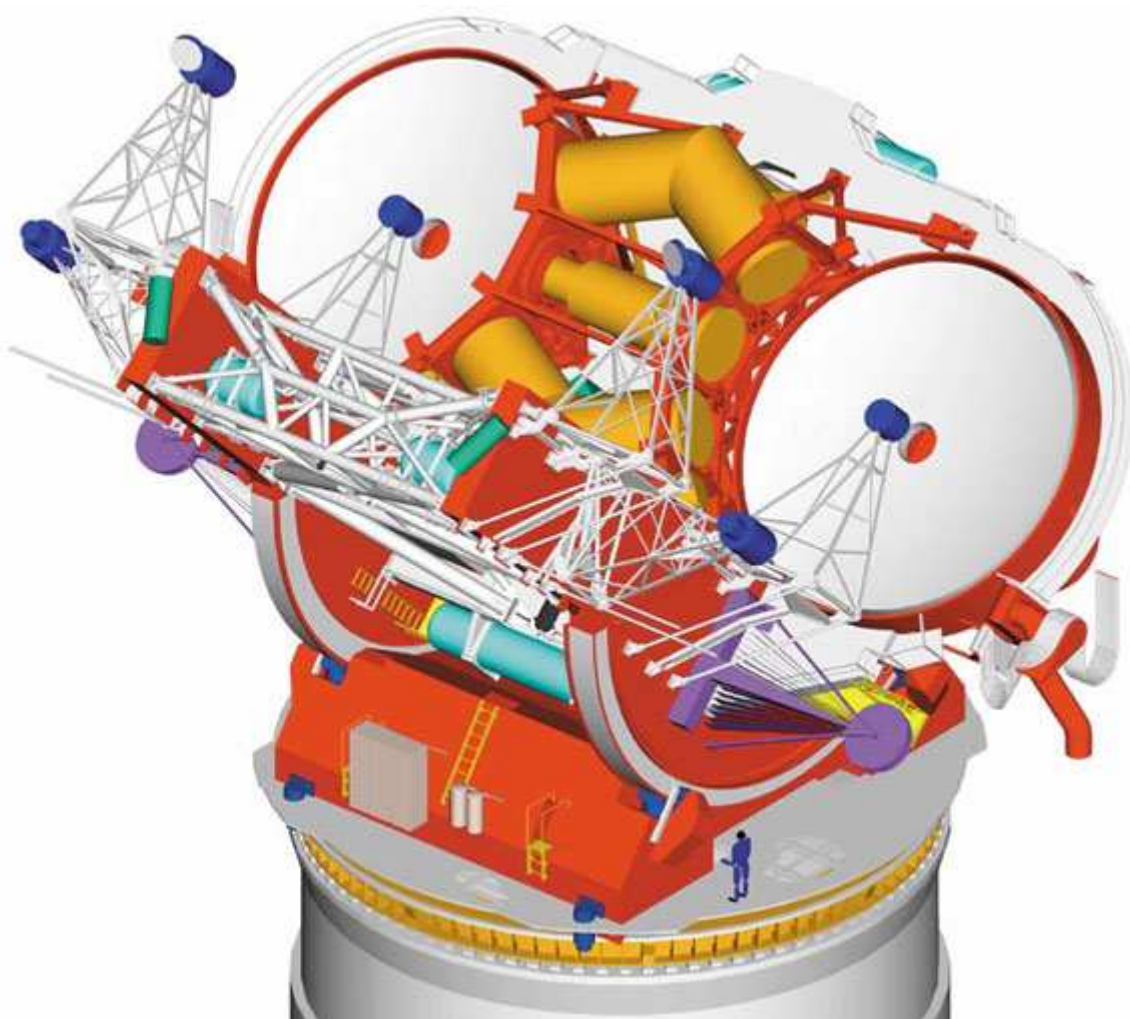
The Yerkes telescope 1897, průměr 40 palců Alvan Clark

plocha primáru

VLT, pokud bychom sčítali sběrné plochy přístrojů, umístí se na prvním místě čtveřice VLT (212 m²), na druhém podvojný LBT (110 m²). Pokud netrváme na celistvém zrcadle, patří k největším pohyblivým přístrojům na světě dvojice Keckových dalekohledů umístěných na hoře Mauna Kea na Havajských ostrovech.

The Large Binocular Telescope uses an elevation over an azimuth mounting. The elevation optical support structure moves on two large C-shaped rings and the compact azimuth platform transmits the loads directly down to the pier. The two 8.4 meter (331 inch) diameter primary mirrors are mounted with a 14.4 meter center-center separation. By using swing arms to rotate the secondary mirrors and their supports, it is possible to switch the telescope from one mode of observation to another very quickly.

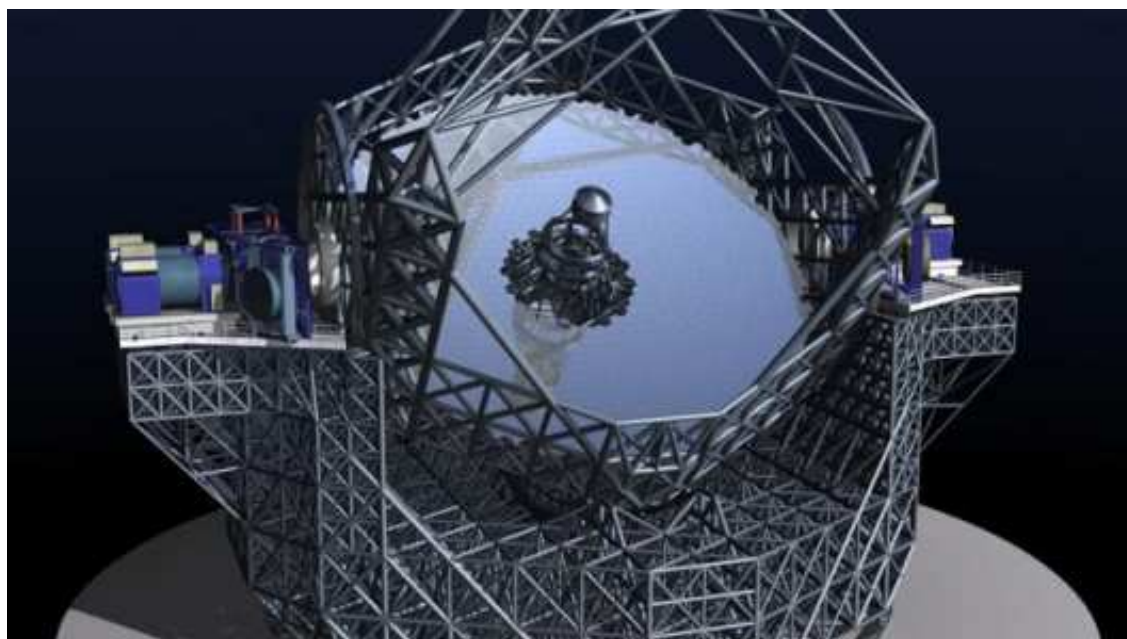
LBT (Large Binocular Telescope) má největší skutečný průměr jediného pohyblivého celistvého zrcadla (8,4 m). Tento unikátní přístroj Tento obří triedr v Arizoně, v blízkosti městečka Safford na observatoři MGIO (Mt. Graham International Observatory) se dvěma zrcadly o průměru 8,4 m, byl dostaven roku 2006. Můžeme si všimnout, základ montáže je azimutální, teleskop je otočný okolo osy kolmé k horizontální rovině. Azimutální úhel je možné měnit naklápěním zdvojené podkovovité konstrukce.



Budoucnost - Extremely Large Telescope, which would have a 42-meter mirror.

Bude mít azimutální montáž.

E-ELT for European Extremely Large Telescope, this revolutionary new ground-based telescope concept will have a 40-metre-class main mirror and will be the largest optical/near-infrared telescope in the world: “the world’s biggest eye on the sky”.



Dodatky:



amatérská univerzální polyfunkční montáž

1. Souřadnicové systémy

Pro vyhledávání objektů v astronomii je používána řada souřadných systémů např.:

ekvatoreální (rovníkový) systém s *rektascenzí* a *deklinací*

azimutální (obzorníkový) systém s *azimutem* a *výškou* (*altituda*, *zenitová vzdálenost*)

ekliptikální systém s *ekliptikální délkou* a *šířkou*

geografický s *zeměpisnou délkou* a *šířkou*

galaktický s *galaktickou délkou* a *šířkou*

Konstrukce dalekohledových montáží vycházejí z prvních dvou typů souřadných systémů.

Poloha místa na zeměkouli je dána souřadnicemi *zeměpisnou šířkou* a *zeměpisnou délkou*; postavení nebeského tělesa na obloze je určeno podobně. Zeměpisnou délku místa měříme poledníky, kterých je 360. Jako nultý poledník byl označen poledník procházející hvězdárnou v Greenwich a podle něho počítáme pak zeměpisnou šířku východní (kladná) a západní (záporná). Zeměpisnou šířku měříme severně (kladná) a jižně (záporná) od rovníku, který tvoří nultou rovnoběžku.

Rektascenze α je v ekvatoreálním souřadném systému vzdálenost hvězdy měřená od *jarního bodu* na rovníku ve směru proti otáčení sféry (proti směru hodinových ručiček) a je možné ji měřit ve stupních od 0° do 360° , obvykle je ale uváděna v hodinách. Jedno otočení nebeské sféry o 360° je hvězdný den trvající 23 hodin a 56 minut, proto je hvězdný čas jiný než občanský. *Rektascenze* odpovídá zeměpisné délce na zeměkouli.

Jarní bod je místo, kde dráha Slunce (*ekliptika*) v okamžiku jarní rovnodennosti protne světový rovník. Jarní bod se na mapách označuje znakem ♈ (beran), podzimní bod znakem ♏ (váhy). Jarní bod je tedy v ekvatoreálním (rovníkovém) systému nulovým bodem (počátkem souřadnic) pro odečet rektascenze.

Ekliptika je trajektorie, po které se z pohledu pozemského pozorovatele zdánlivě pohybuje Slunce. Celou dráhu projde Slunce za jeden astronomický rok. Ekliptika kříží rovník ve dvou místech vzdálených od sebe 180° . Druhým bodem je podzimní bod. Ekliptika je k světovému rovníku skloněna o $23,5^\circ$ stejně jako zemská rotační osa.

Deklinace δ je v ekvatoreálním souřadném systému úhlová vzdálenost (výška) hvězdy od rovníku. Deklinaci měříme v rovině procházející světovými póly a konkrétní hvězdou, určujeme ji ve stupních a platí stejná znaménková konvence jako pro zeměpisnou šířku.

Azimut A_z (ν) je v obzorníkovém systému souřadnic úhel odpovídající vzdálenosti poledníku, který prochází hvězdou, od nultého poledníku (prochází hvězdárnou v Greenwich). Azimut určujeme v úhlových stupních (0° – 360°)

Altitude u je úhlová výška hvězdy nad obzorníkem (rovina procházející obzorem v daném místě, která je kolmá na svislou osu z prochází středem Země a místem pozorování). Objekt s altitudou 0° leží na obzorníku. V daném místě můžeme pozorovat objekty v rozsahu výšek 90 až -90° . Předpokládejme polohu pozorovatele na 50 rovnoběžce s.š., pak je světový severní pól na altitudě 50° a hvězda na jihu ležící na obzorníku (altituda 0°) má jižní šířku -40° .

info.edu.cz/cs/system/files/Astronomicke_souradnice.doc



CTA - CHERENKOV TELESCOPE ARRAY ASTRI SST-2M PROTOTYPE

**CONTRATTO PER LA FORNITURA DELLA STRUTTURA ELETTO - MECCANICA DEL PROTOTIPO DEL PRIMO TELESCOPIO ASTRI
E L'ACQUISIZIONE DELLE STRUTTURE DEI 3 PROTOTIPI PER IL MINI - ARRAY
(C.I.G. 51418103D7)**



IMPORTO DELL'OPERA: € 1.190.993,00

DATA INIZIO LAVORI: 18/11/2013
DATA FINE LAVORI: 12/10/2015

IMPRESA ESECUTRICE: A.T.I. GALBIATI GROUP SRL - EIE GROUP SRL
 DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO: GIOVANNI PARESCHI
 REFERENTE DELL'IMPRESA PER IL CONTRATTO: GIANPIETRO MARCHIORI
 RESPONSABILE DEI LAVORI: UMBERTO LISA
 COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE: UMBERTO LISA
 RESPONSABILE DEL SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE: VINCENZO CRISTALDI
 DIRETTORE DI CANTIERE: ANDREA BUSATTA





Galbiati Group
Engineering & Machining

www.galbiatigroup.it
www.eie.it



EIE GROUP









