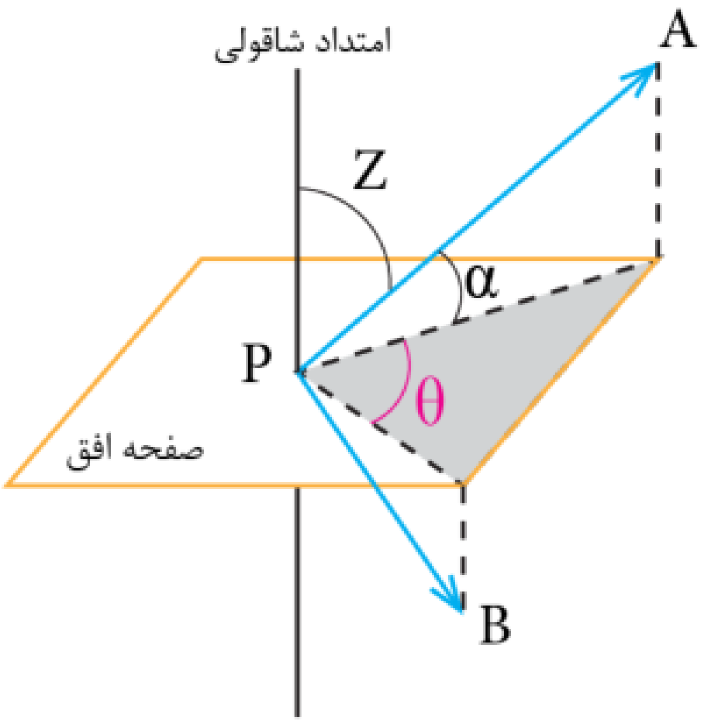
اندازه گیری زاویه

زاویه یابی

زوایای افقی، قائم و شیب کمیت های دیگری هستند که در نقشه برداری مورد اندازه گیری قرار می گیرند.

زاویهٔ افقی (θ): زاویهٔ بین تصویر افقی دو امتداد دلخواه مانند PA و PB در سطح تراز رأس زاویه (یعنی نقطهٔ P) است.

زاویهٔ قائم (Z): زاویهٔ بین امتداد مورد نظر (مانند PA) با امتداد شاغولی همان مکان (یعنی نقطهٔ P) که در صفحهٔ قائم اندازه گیری شده و به آن زاویهٔ زنیتی (zenith angle) نیز گفته می شود.



زاویهٔ شیب (α): متمم زاویهٔ قائم، یعنی زاویهٔ بین امتداد مورد نظر (PA) و صفحهٔ افق را زاویهٔ شیب گویند.

زاویه یابی

واحدهای اندازه گیری زاویه:

درجه (Degree): اگر محیط دایره به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم شود هر قسمت را یک درجه می نامند. هر یک درجه را به ۶۰ دقیقه و هر یک دقیقه نیز به ۶۰ ثانیه قابل تقسیم است.

$$(57^{\circ}, 17', 44.9'') = 57.295791$$

گراد (Grad): اگر محیط دایره به ۴۰۰ قسمت مساوی تقسیم شود هر قسمت را یک گراد می نامند. هر یک درجهٔ گرادی به ۱۰۰ دقیقهٔ گرادی و هر یک دقیقهٔ گرادی نیز به ۱۰۰ ثانیهٔ گرادی قابل تقسیم است.

$$(75^{G}, 17', 39'') \qquad (75^{G}, 17^{c}, 39^{cc}) \qquad (75.1739^{G})$$

رادیان (Radian): اگر کمانی به اندازهٔ طول شعاع دایره روی محیط آن جدا کنیم، زاویهٔ مرکزی مقابل آن یک رادیان است.

تبدیل واحدهای زاویه به یکدیگر:

$$\frac{D}{360^{\circ}} = \frac{G}{400^{G}} = \frac{R}{2\pi}$$

مثال: ۹۰ درجه چند گراد و چند رادیان است؟

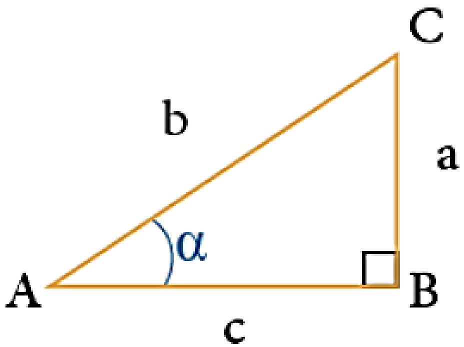
$$\frac{90}{360^{\circ}} = \frac{G}{400^{G}} \Rightarrow G = 100^{G}$$

$$\frac{90}{360^{\circ}} = \frac{R}{2\pi} \Rightarrow R = \frac{\pi}{2}$$

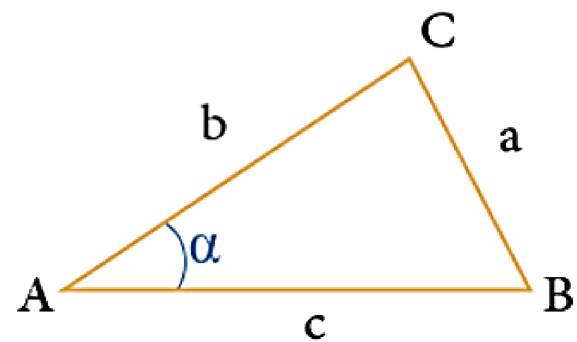
زاویه یابی

روش های اندازه گیری زاویه:

اندازه گیری غیر مستقیم (به کمک متر):



$$\cos(\alpha) = \frac{c}{b} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{c}{b}\right)$$



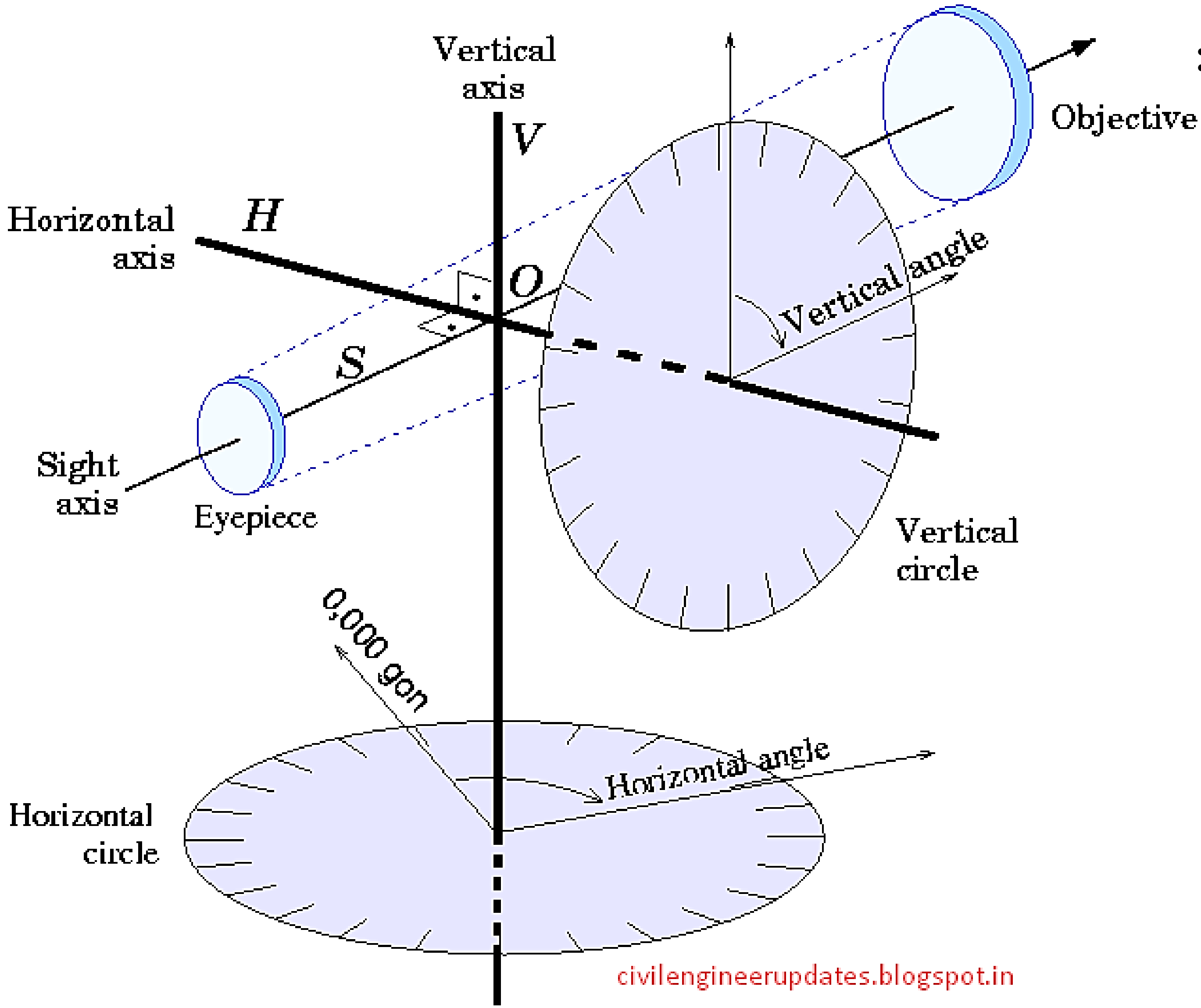
$$\cos(\alpha) = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}\right)$$

اندازه گیری مستقیم (به کمک دوربین زاویه یاب): تئودولیت

زاویه یابی

روش های متداول قرائت زاویه با تئودولیت:

ساختار داخلی تئودولیت:

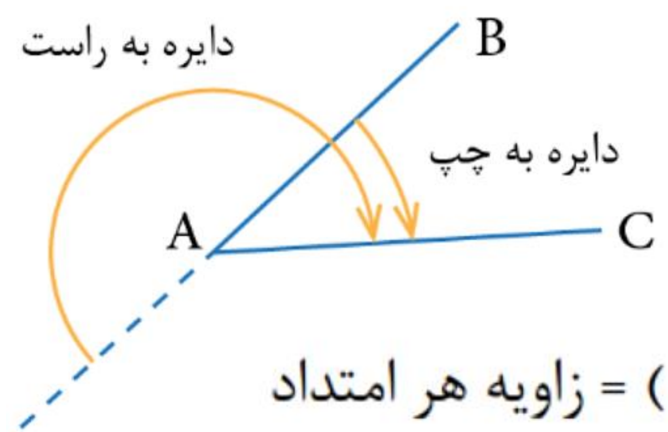


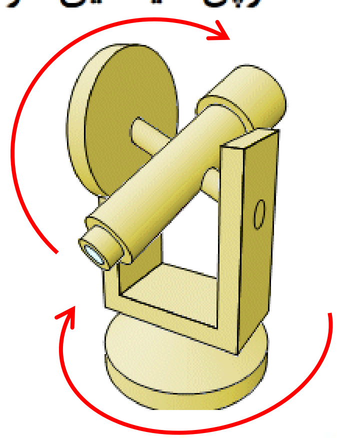
زاویه یابی

روش های متداول قرائت زاویۀ افقی با تئودولیت:

روش کوپل یا زوج:

در تمام نشانه روی‌ها، اگر لمب قائم در سمت راست عامل نشانه روی قرار گرفته باشد، اصطلاحاً نشانه‌روی در حالت دایره به راست انجام می‌شود و اگر لمب قائم در سمت چپ عامل نشانه روی قرار گرفته باشد، اصطلاحاً نشانه‌روی در حالت دایره به چپ انجام می‌گیرد. به طور معمول زاویه در حالت دایره به چپ مستقر و تنظیم می‌شوند و با چرخشی به اندازه نیم صفحه (۱۸۰ درجه) به حالت دایره به راست در می‌آیند. به دلایل مختلف از جمله خطای درجه‌بندی لمب اختلاف قرائت در دو حالت دایره به چپ و دایره به راست، ۱۸۰ درجه نیست و مقدار کمی از آن بیشتر یا کمتر است. منظور از یک کوپل میانگین دو بار اندازه گیری زاویه در دو حالت دایره به چپ و دایره به راست است.





۲ ÷ (۱۸۰ − دایره به راست + دایره به چپ) = زاویه هر امتداد

زاویه یابی

روش های متداول قرائت زاویهٔ افقی با تئودولیت:

روش تکرار: در نقشه برداری مرسوم است که لمب افقی را در موقع نشانه روی به نقطهٔ مبدأ صفر نمایند. به عنوان مثال اگر منظور اندازه گیری زاویهٔ رأس A باشد، دوربین در نقطهٔ A ایستگاه گذاری شده، لمب افقی قفل شده و به نقطهٔ B نشانه روی می شود. سپس ضامن لمب آزاد شده و به نقطهٔ C قراول روی می شود، بدون اینکه زاویه قرائت و یادداشت شود، لمب افقی قفل شده و دوباره به نقطهٔ B نشانه روی می شود. پس از نشانه روی به نقطهٔ B مجدداً ضامن لمب آزاد شده و به نقطهٔ C قراول روی می شود.

بدیهی است چنانچه زاویهٔ BAC برابر با α باشد، مقدار زاویه ای که تا کنون طی این دوبار تکرار اندازه گیری شده است باید برابر با 2α باشد که اینطور نیست و دارای مقداری خطا است $(2\alpha \pm e)$.

بنابراین اگر n بار این عمل تکرار شود مقدار دقیق زاویهٔ رأس A برابر است با:

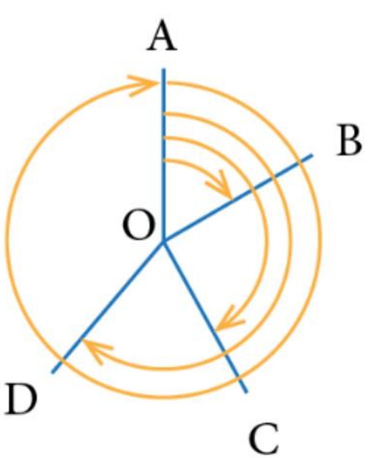
$$\hat{A} = \frac{n\alpha \pm e}{n} \Rightarrow \hat{A} = \alpha \pm \frac{e}{n}$$

زاویه یابی

روش های متداول قرائت زاویهٔ افقی با تئودولیت:

قرائت دور افق:

در این روش با استقرار بر روی یک نقطه به چند نقطه به ترتیب از چپ به راست نشانه روی کرده و مجدداً پس از یک دور کامل (دور افق) به نقطه اول برگشته و برای بار دوم مورد نشانه روی و قرائت قرار می‌گیرد . در واقع اولین و آخرین قرائت مربوط به یک امتداد هستند و از نظر تئوری باید یکسان باشند . اما به دلایل متعدد این دو قرائت یکسان نیستند و اندکی باهم تفاوت دارند. در حقیقت مجموع زوایای قرائت شده با یک زاویه یاب درجه‌ای باید ۳۶۰ درجه باشد که این گونه نیست و در صورتی که اختلاف به وجود آمده تا ۳۶۰ درجه مجاز باشد، باید با علامت مخالف به نسبت مساوی بین زوایا تقسیم شود تا مجموع آن‌ها ۳۶۰ درجه شود.



$$\widehat{AOB} = OB - OA$$

$$\widehat{BOC} = OC - OB$$

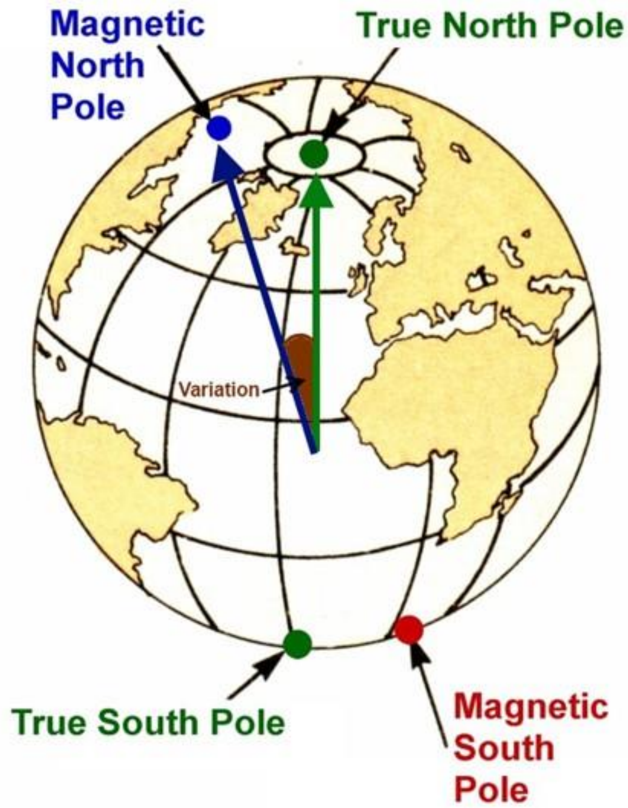
$$\widehat{COD} = OD - OC$$

زاویه یابی

روش های متداول قرائت زاویهٔ افقی با تئودولیت:

روش تجدید: اساس این روش مانند طریقهٔ تکرار، بر پایهٔ اندازه گیری های متوالی یک زاویه استوار است با این تفاوت که مبنای هر مرحله خود عدد جدیدی است (یعنی در پایان هر مرحله لازم نیست ضامن لمب افقی بسته شود).

زاویه یابی

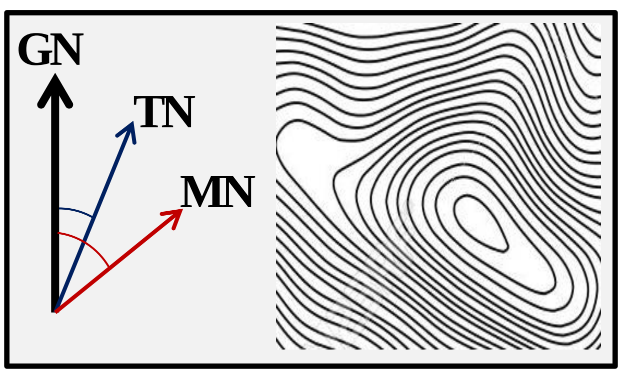


انواع شمال در نقشه برداری:

شمال جغرافیایی یا شمال حقیقی (True North): امتداد نصف النهار گذرنده از هر نقطه در جهت قطب شمال را امتداد شمال جغرافیایی آن نقطه گویند.

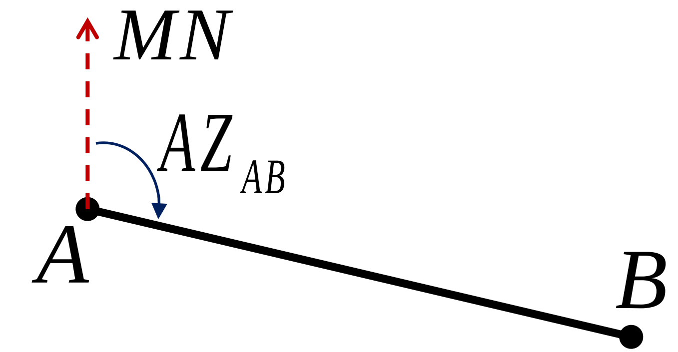
شمال مغناطیسی (Magnetic North): امتدادی را که نوک قرمز عقربهٔ قطب نمای مغناطیسی در هر نقطه از زمین نشان می دهد را امتداد شمال مغناطیسی آن نقطه گویند.

شمال شبکه (Grid North): چون در ترسیم نقشه ها عموماً از کاغذ های مستطیلی شکل استفاده می شود و برای اینکه از تمام فضای کاغذ به خوبی استفاده شود، راستای محور y بر روی نقشه را شمال شبکه نامیده و معمولاً میزان انحراف آن با شمال مغناطیسی یا شمال جغرافیای بر روی نقشه نشان داده می شود.



زاویه یابی

آزیموت یا سمت جغرافیایی یک امتداد:



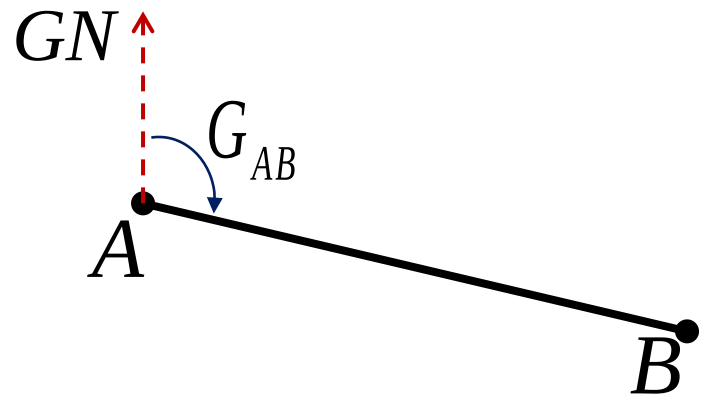
آزیموت امتداد AB زاویه ای است که شمال مغناطیسی نقطهٔ A با امتداد AB در جهت عقربه های ساعت می سازد.

همچنین آزیموت امتداد BA (یعنی آزیموت معکوس امتداد AB) زاویه ای است که شمال مغناطیسی نقطهٔ B با امتداد BA در جهت عقربه های ساعت می سازد.

$$\boxed{AZ_{BA} = AZ_{AB} \pm 180}$$

نکته: برای بدست اوردن آزیموت معکوس یک امتداد (مثلاً AB) چنانچه AZ_{AB} کمتر از ۱۸۰ درجه باشد داریم: $AZ_{BA}=AZ_{AB}+180$، و اگر AZ_{AB} بیشتر از ۱۸۰ درجه باشد داریم: $AZ_{BA}=AZ_{AB}-180$

زاویه یابی

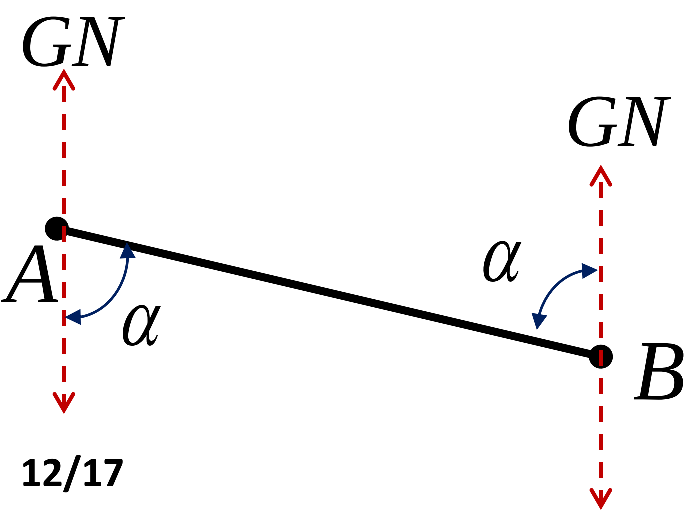


ژیزمان (Gisement) یا گرای یک امتداد:

ژیزمان عبارت است از زاویه ای افقی که هر امتداد با امتداد شمال شبکه و در جهت چرخش عقربه های ساعت می سازد و عموماً با G نشان می دهند.

$$G_{BA} = G_{AB} \pm 180^{\circ}$$

نکته: برای بدست اوردن ژیزمان معکوس یک امتداد (مثلاً AB) چنانچه G_{AB} کمتر از ۱۸۰ درجه باشد داریم: $G_{BA}=G_{AB}+180$، و اگر G_{AB} بیشتر از ۱۸۰ درجه باشد داریم: $G_{BA}=G_{AB}-180$



زاویهٔ حامل (Bearing):

زاویهٔ حامل کوچکترین زاویهٔ افقی است که امتداد مورد نظر با راستای شمال- جنوب شبکه می سازد. زاویه حامل تنها زاویه ایست که در نقشه برداری برای آن جهتی قائل نیستیم

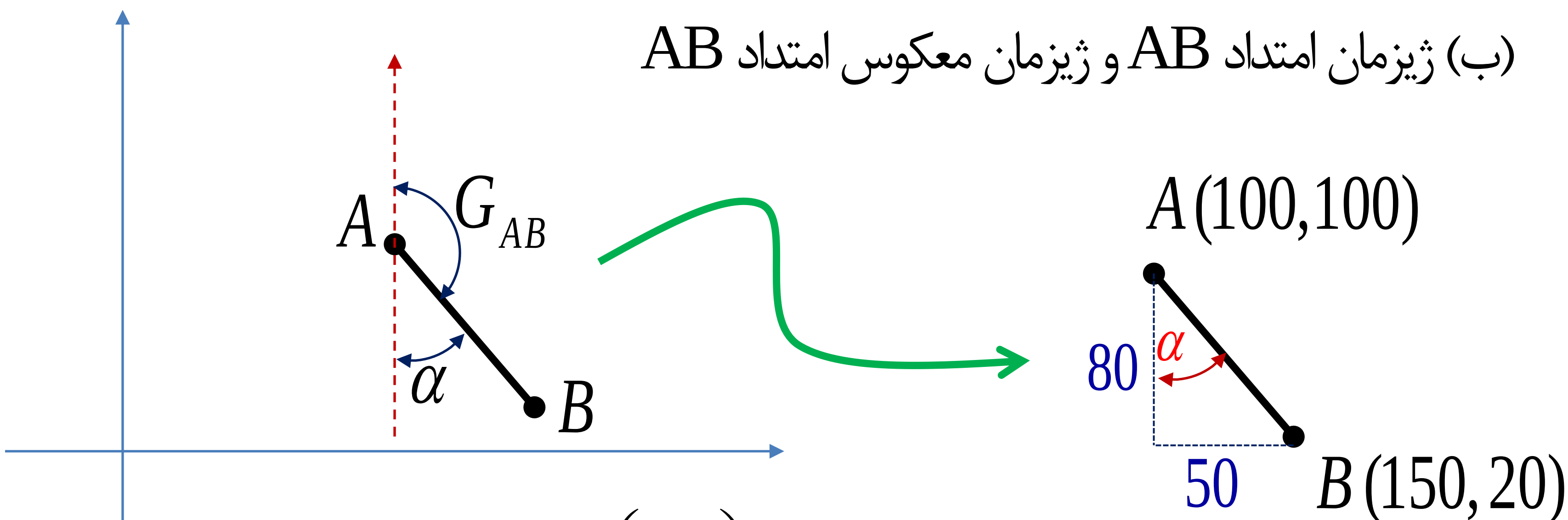
یافتن ژیزمان از روی مختصات

مثال: دو نقطهٔ A(100, 100) و B(150, 20) بر روی یک امتداد قرار دارند، مطلوب است محاسبهٔ:

(الف) زاویهٔ حامل امتداد AB

(ب) ژیزمان امتداد AB و ژیزمان معکوس امتداد AB

حل:



$$\tan\alpha = \frac{50}{80} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{50}{80}\right) \Rightarrow \alpha = 32.0053^{\circ}$$

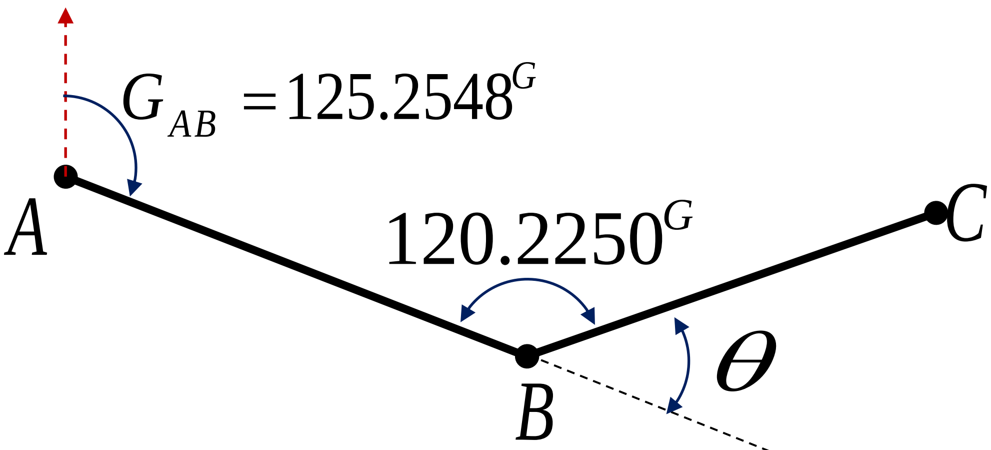
$$\alpha = 32^{\circ}\ 00'\ 19.38'' \quad \Rightarrow G_{AB} = 180^{\circ} - 32.0053^{\circ} = 147.9947^{\circ}$$

$$\Rightarrow G_{AB} = 147^{\circ}\ 59'\ 40.62''$$

انتقال ژیزمان

مثال: چنانچه G_{AB} برابر با 125.2548 گراد و زاویهٔ راس B راستگرد و برابر با 120.2250 گراد باشد، مطلوب است محاسبهٔ ژیزمان امتداد BC.

حل:



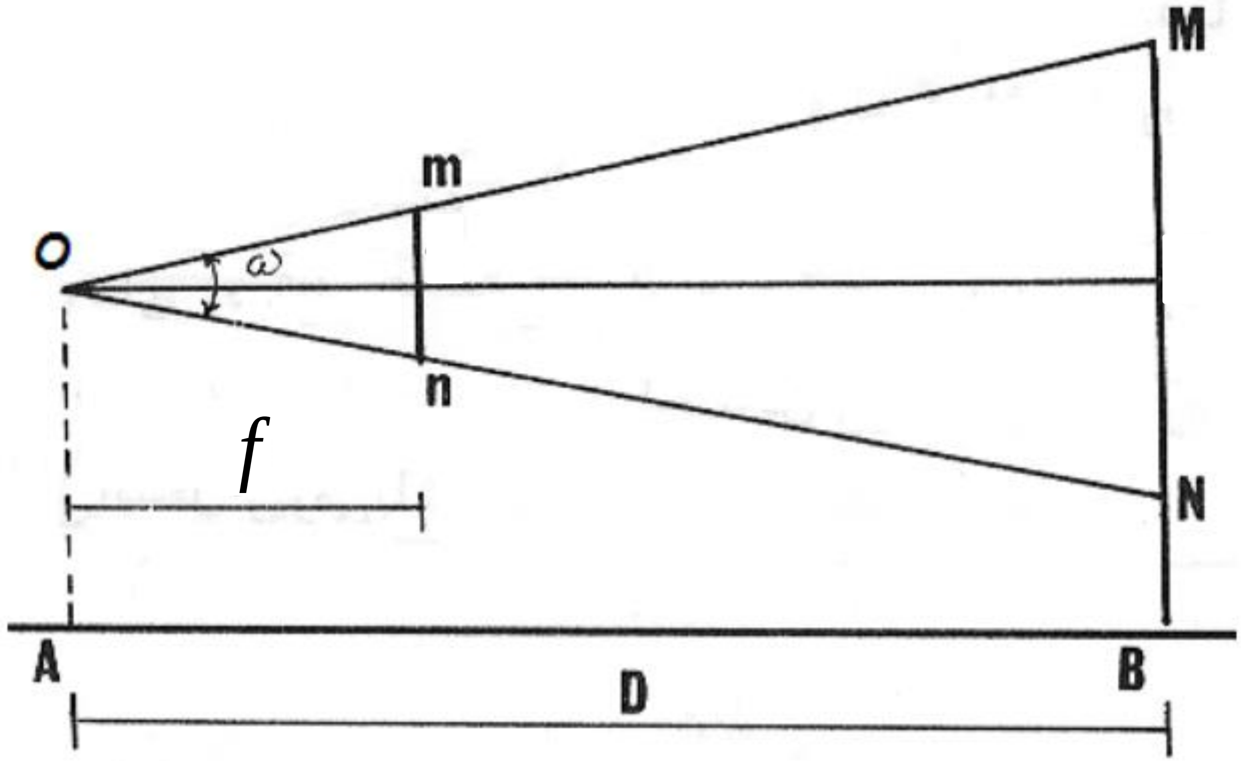
$$\theta = 200 - 120.2250 \Rightarrow \theta = 79.7750$$

$$G_{BC} = G_{AB} - \theta \Rightarrow G_{BC} = 125.2250^G - 79.7750^G$$

$$\Rightarrow G_{BC} = 45.4798^G$$

استادیمتری

اساس استادیمتری بر قضیهٔ تالس و تشابه مثلث ها استوار است.

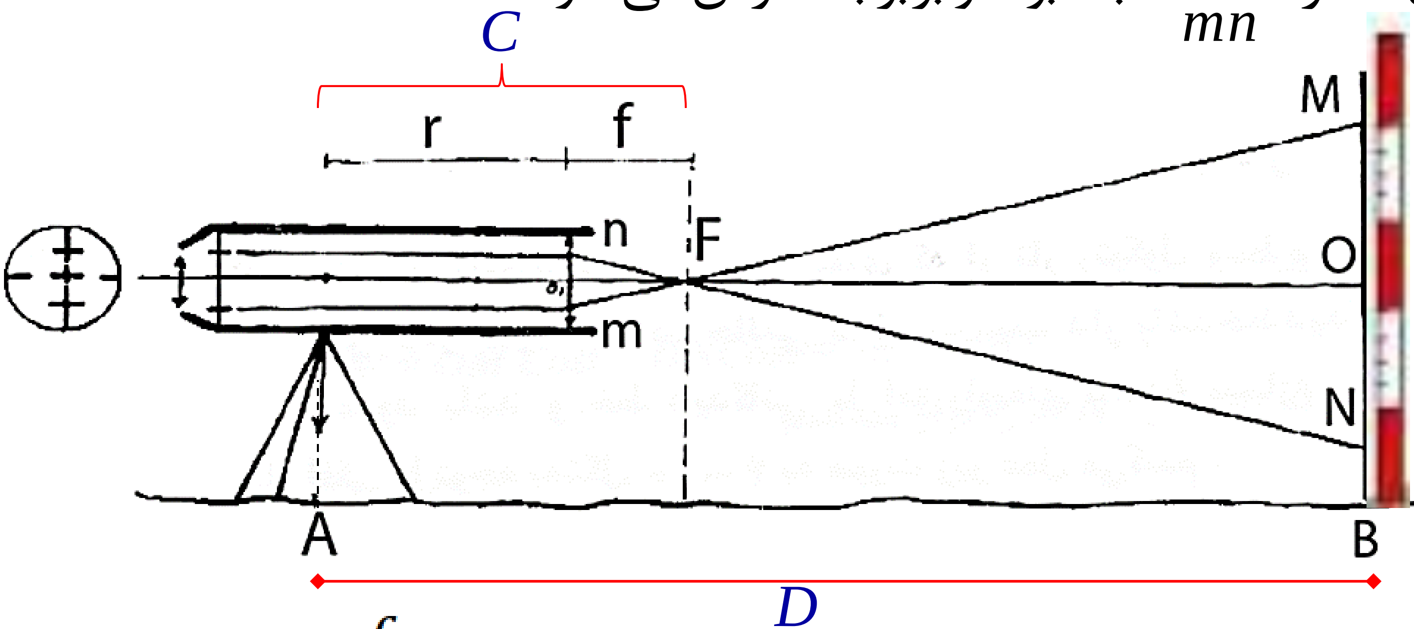


$$\frac{D}{f} = \frac{MN}{mn} \rightarrow D = \frac{f}{mn} MN$$

استادیمتری

استادیمتری در زمین های مسطح:

در دوربین های نقشه برداری مقدار $\frac{f}{mn}$ ثابت بوده و برابر با k فرض می شود.



K = ضریب استادیمتری

MN = تار بالا منهای تار پایین

C = تصحیح راشنباخ

$$D = AB = \frac{f}{mn} MN + (f + r) = K \times MN + C$$

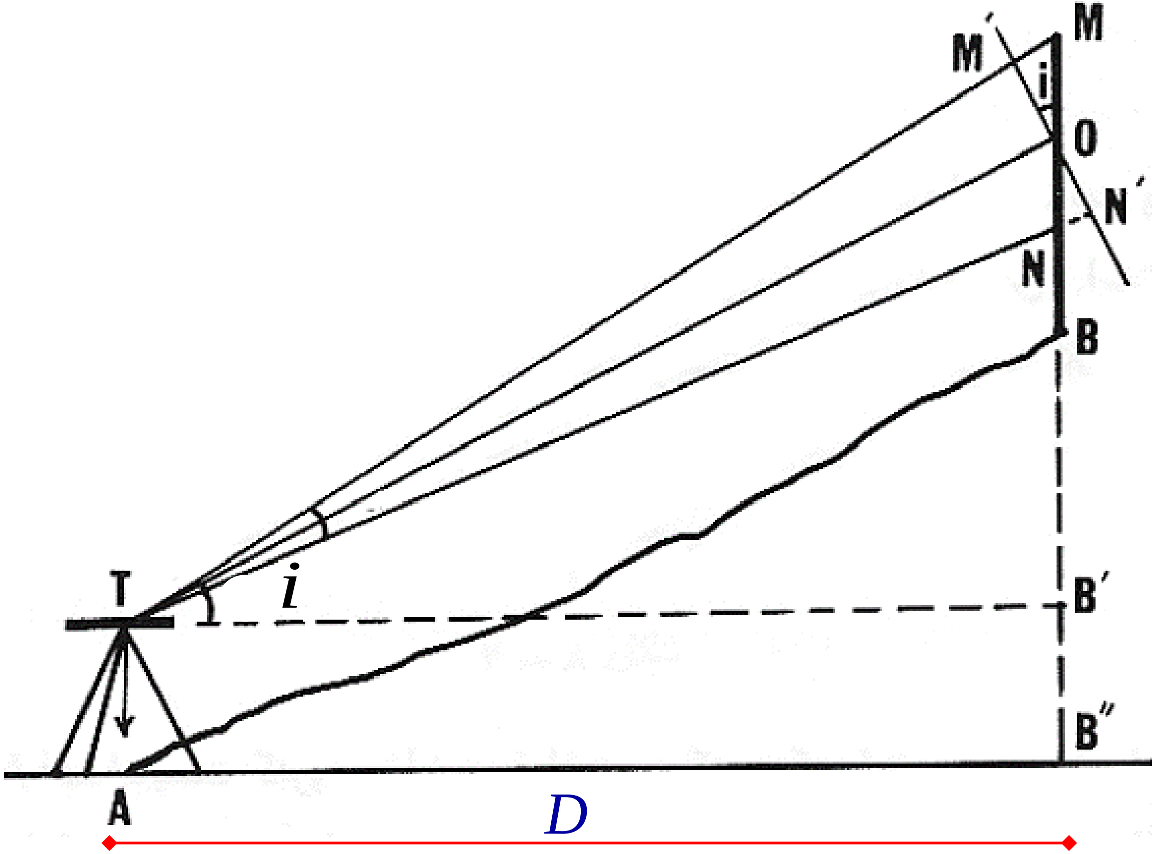
در دوربین های جدید ترکیب اجزای داخلی تلسکوپ را طوری تنظیم میکنند که مقدار C (یعنی r+f) برابر با صفر شده و همچنین فاصلهٔ کانونی وفواصل تارهای رتیکول را طوری تنظیم می کنند تا k=100 شود. بنابراین رابطه بالا به صورت زیر ساده می شود:

$$\boxed{D = MN \times 100}$$

استادیمتری

استادیمتری در زمین های شیبدار:

در زمین های شیبدار نیز اساس روش همانند قبل است. تنها در چنین شرایطی زاویهٔ شیب نیز در محاسبات وارد خواهد شد.



$$OM' = OM \times \cos(i)$$

$$ON' = ON \times \cos(i)$$

$$M'N' = OM' + ON'$$

$$\Rightarrow M'N' = MN \times \cos(i)$$

$$TO = k \times M'N'$$

$$AB'' = TO \times \cos(i)$$

$$\boxed{D = k \times MN \times \cos^2(i)} \Rightarrow \boxed{D = 100 \times MN \times \cos^2(i)}$$