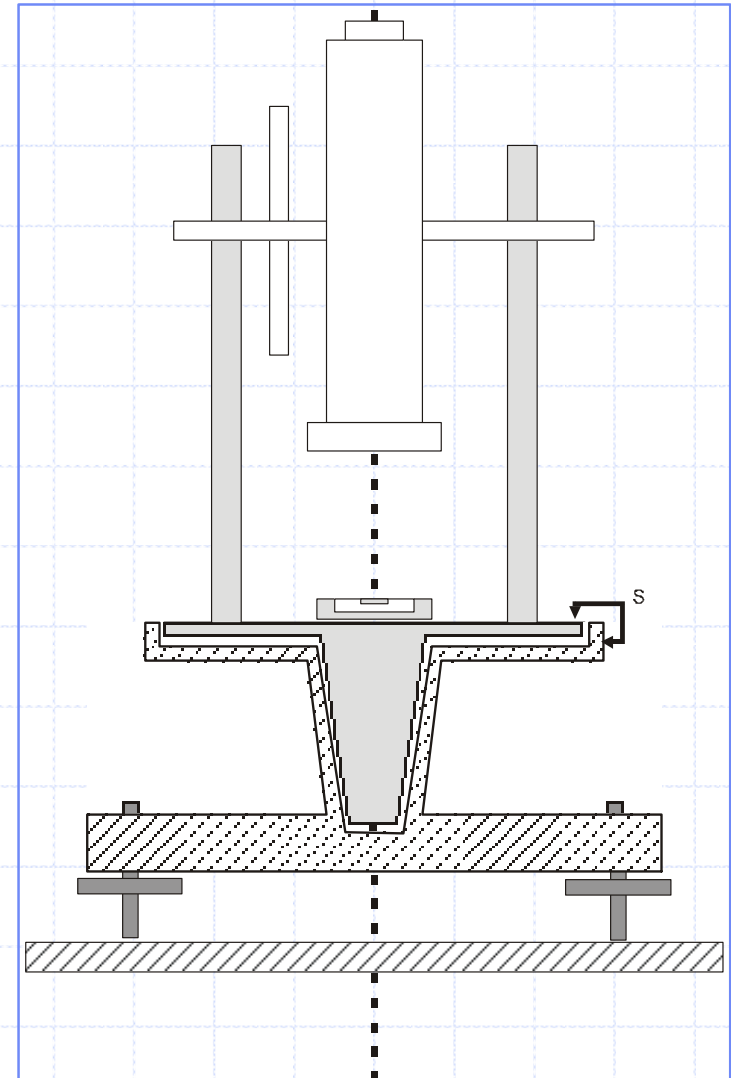


Systemy osiowe teodolitu



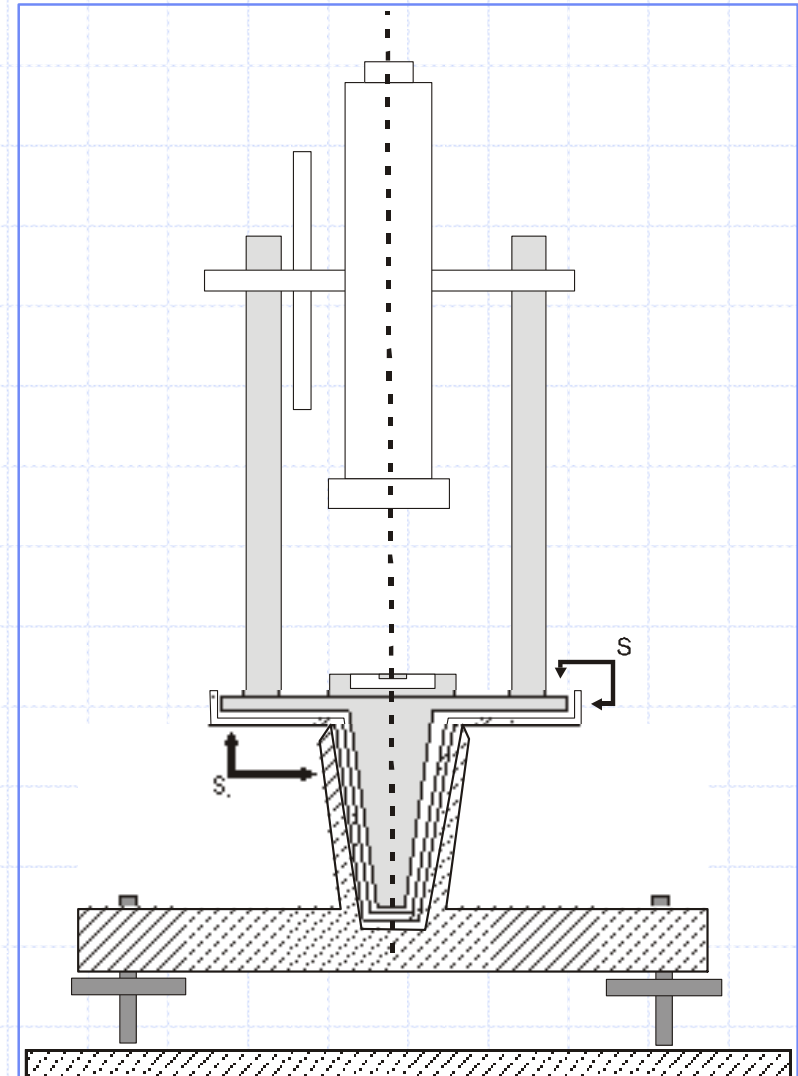
Jednoosiowy

- Limbus jest przymocowany na stałe do spodarki
- Układ jednoosiowy można spotkać w teodolitach dawnych typów o małej dokładności
- Obecnie znajduje on zastosowanie w niwelatorach z poziomym kręgiem pomiarowym



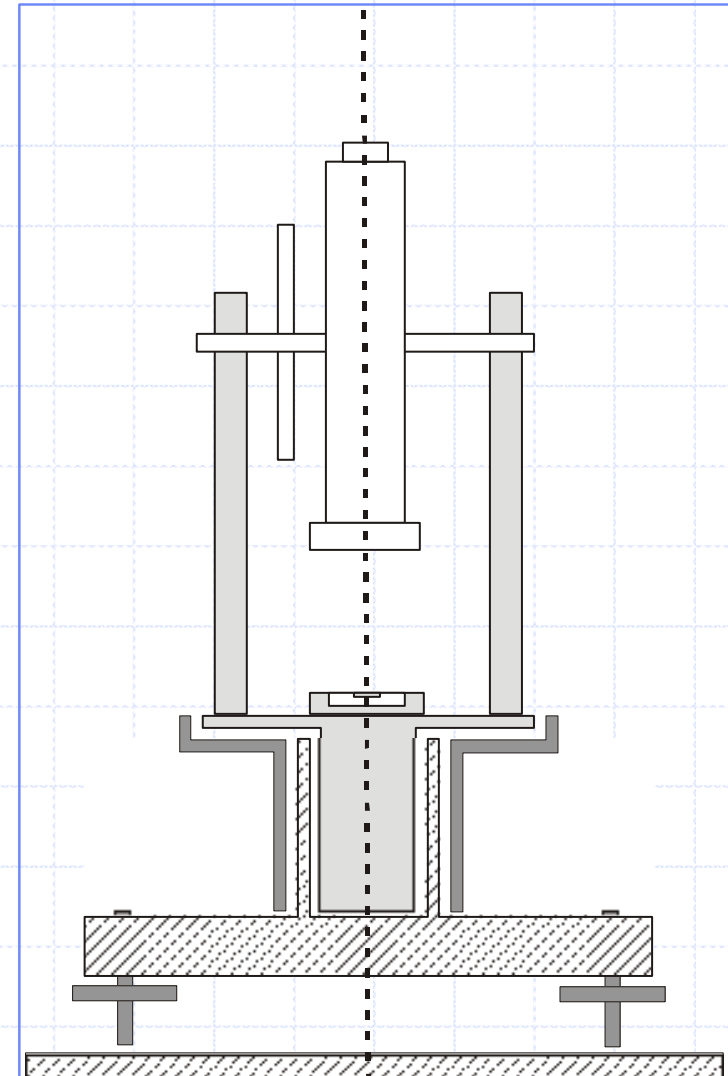
Dwuosiowy

- System osiowy Reichenbacha, nazywany również systemem dwuosiowym
- W teodolitach tego typu w tulei spodarki osadzona jest i może obracać się wydrążona oś limbusa, w której znowu znajduje się i może również obracać się oś alidady
- Limbus w instrumentach dwuosiowych może być sprzęgany ze spodarką oraz z alidadą
- Wadą dwuosiowego systemu Reichenbacha jest możliwość występowania pewnego nieznacznego obrotu limbusa podczas obracania alidady, co nazywamy **porywaniem** limbusa

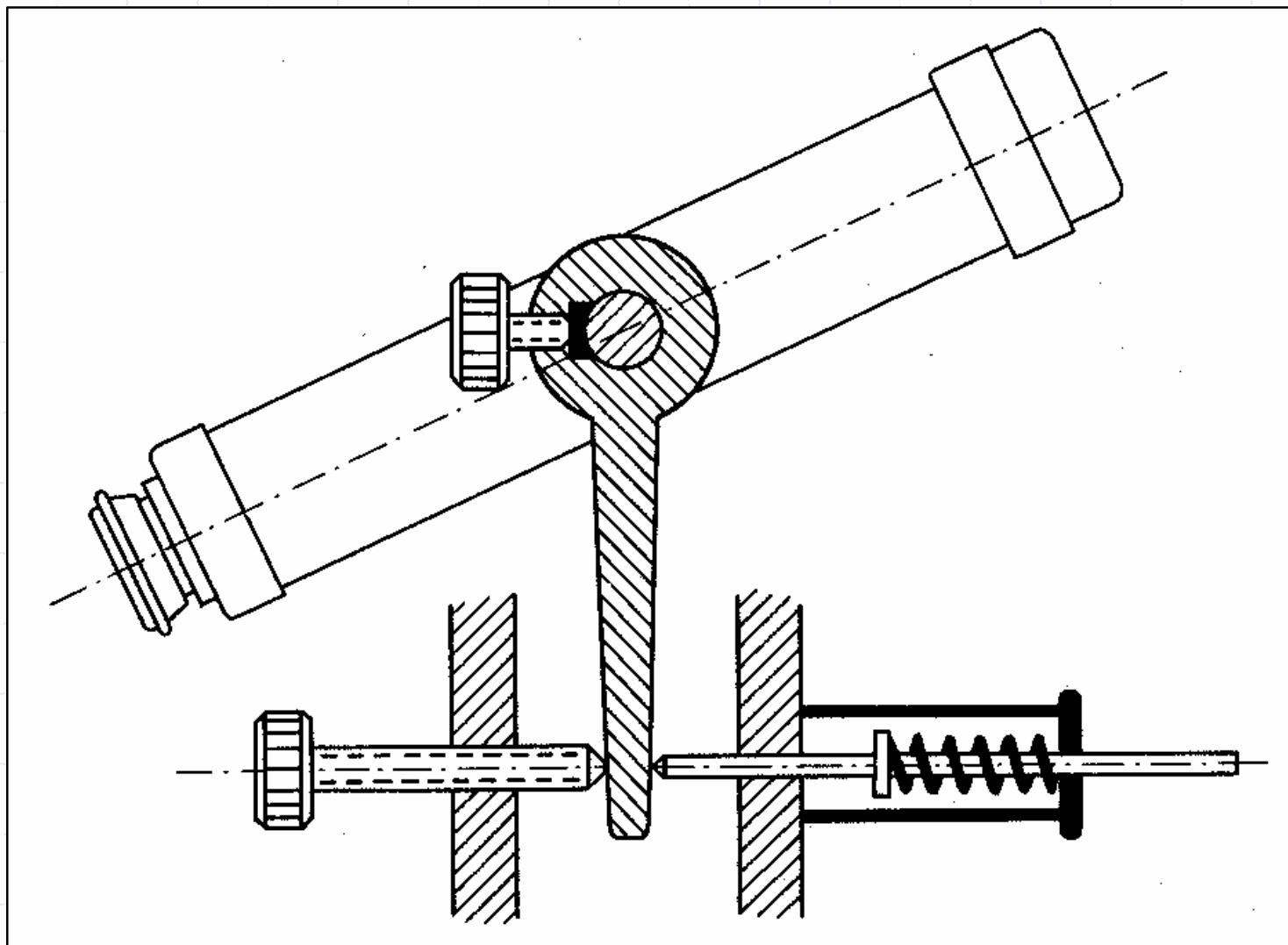


System osiowy Bordy

- W układzie tym w wystającej tulei spodarki osadzony jest i może obracać się czop osi alidady
- Limbus może obracać się wokół tulei spodarki
- W ten sposób alidada i krąg limbusa, są przedzielone tuleją spodarki i mogą obracać się niezależnie od siebie dzięki czemu nie występuje w tym układzie **porywanie** nimbusa

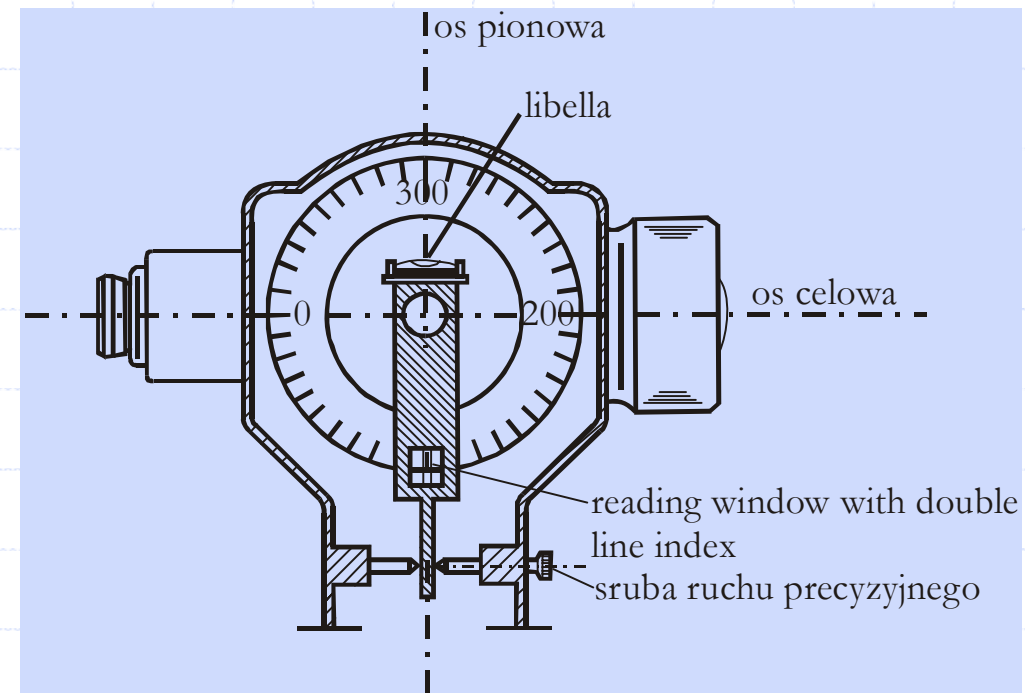


Śruby zaciskowe i leniwe



Luneta

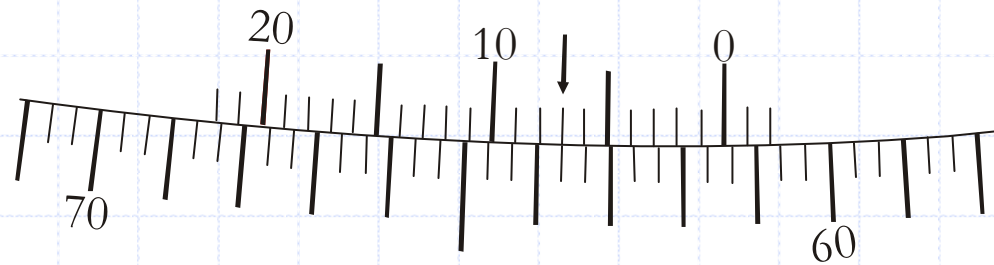
- Oprócz libelli i urządzeń odczytowych znajdują się na alidadzie dwa wsporniki, na których spoczywa oś obrotu lunety
- Obrócenie lunety w płaszczyźnie pionowej o 180° nazywa się przechyleniem lub przerzuceniem lunety przez zenit
- Z lunetą połączony jest na stałe pionowy krąg podziałowy (limbus pionowy), przeznaczony do pomiaru kątów pionowych
- Indeksy do odczytywania tego kręgu: są nieruchome, natomiast sam krąg obraca się wraz z lunetą



Systemy odczytowe



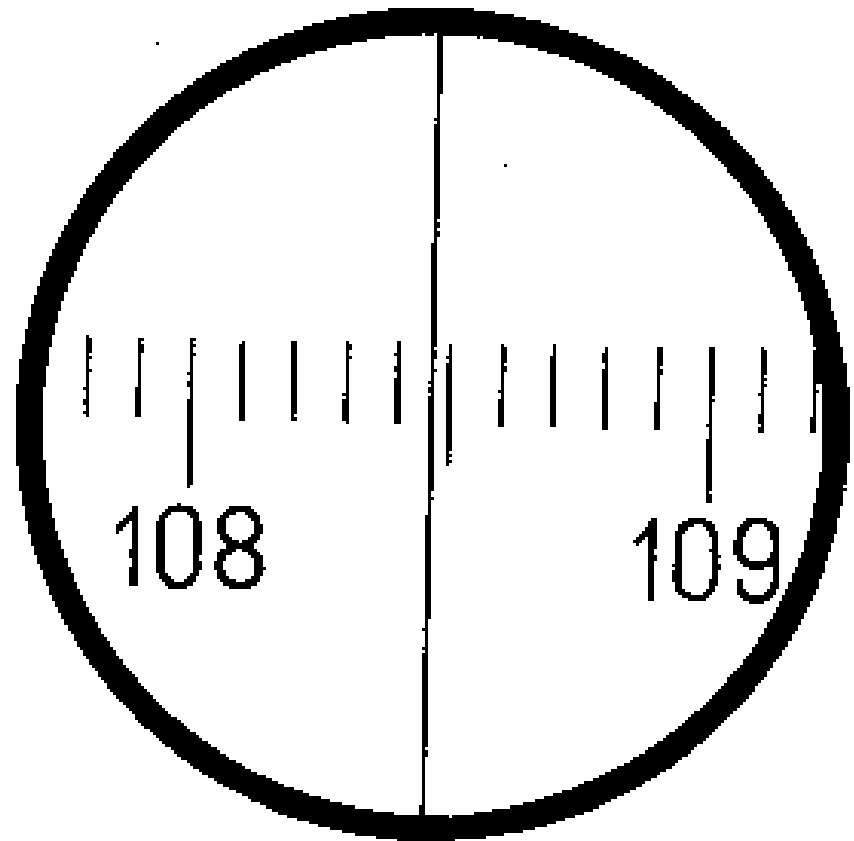
Noniusz



- Najprostszym urządzeniem odczytowym jest wskaźnik w postaci pojedynczej kreski
- Dalszym udoskonaleniem takiego systemu odczytowego jest noniusz
- Noniusz jest to podziałka pomocnicza, która z podziałką główną pozwala wykonywać odczyty z większą dokładnością niż przy użyciu wskaźnika
- Dokładność odczytu przy użyciu noniusza $a = M - N = \frac{M}{n}$
- Noniusze jako systemy odczytowe kół były szeroko stosowane w dawnych teodolitach
- Obecnie spotkać je można tylko w muzeach.

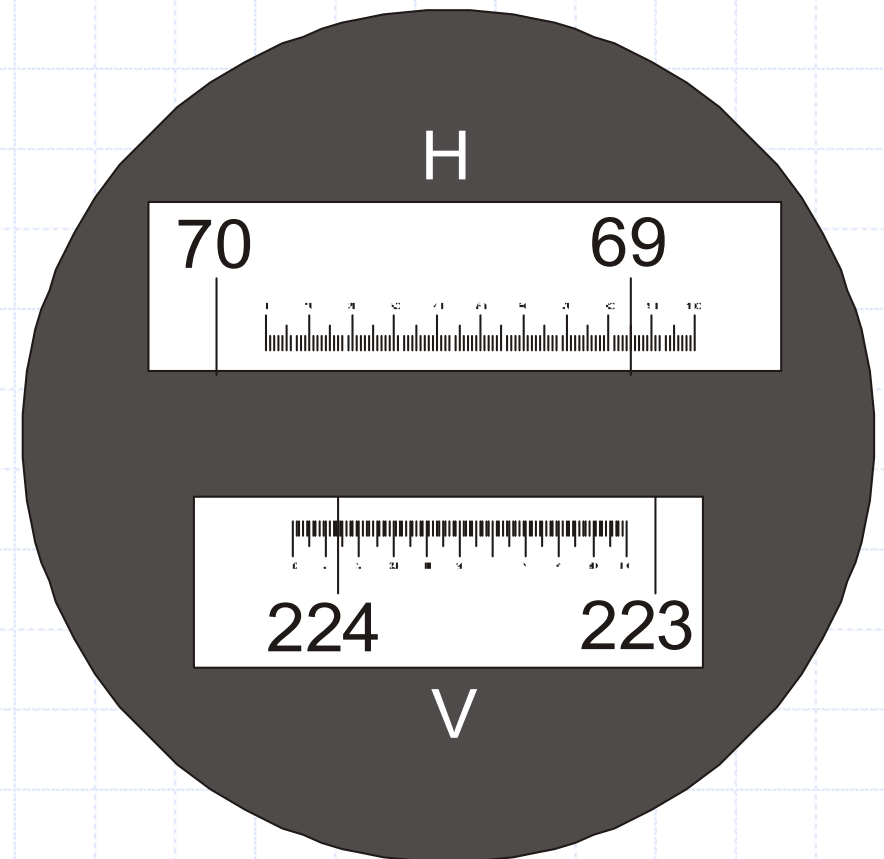
Mikroskop kreskowy

- W mikroskopowym kreskowym systemie odczytowym obraz koła jest przenoszony na płytkę z naniesionym wskaźnikiem
- następnie odczyt otrzymujemy w wyniku interpolacji
- Odczyt szacujemy zazwyczaj z dokładnością jednej dziesiątej działki podziału głównego koła teodolitu.



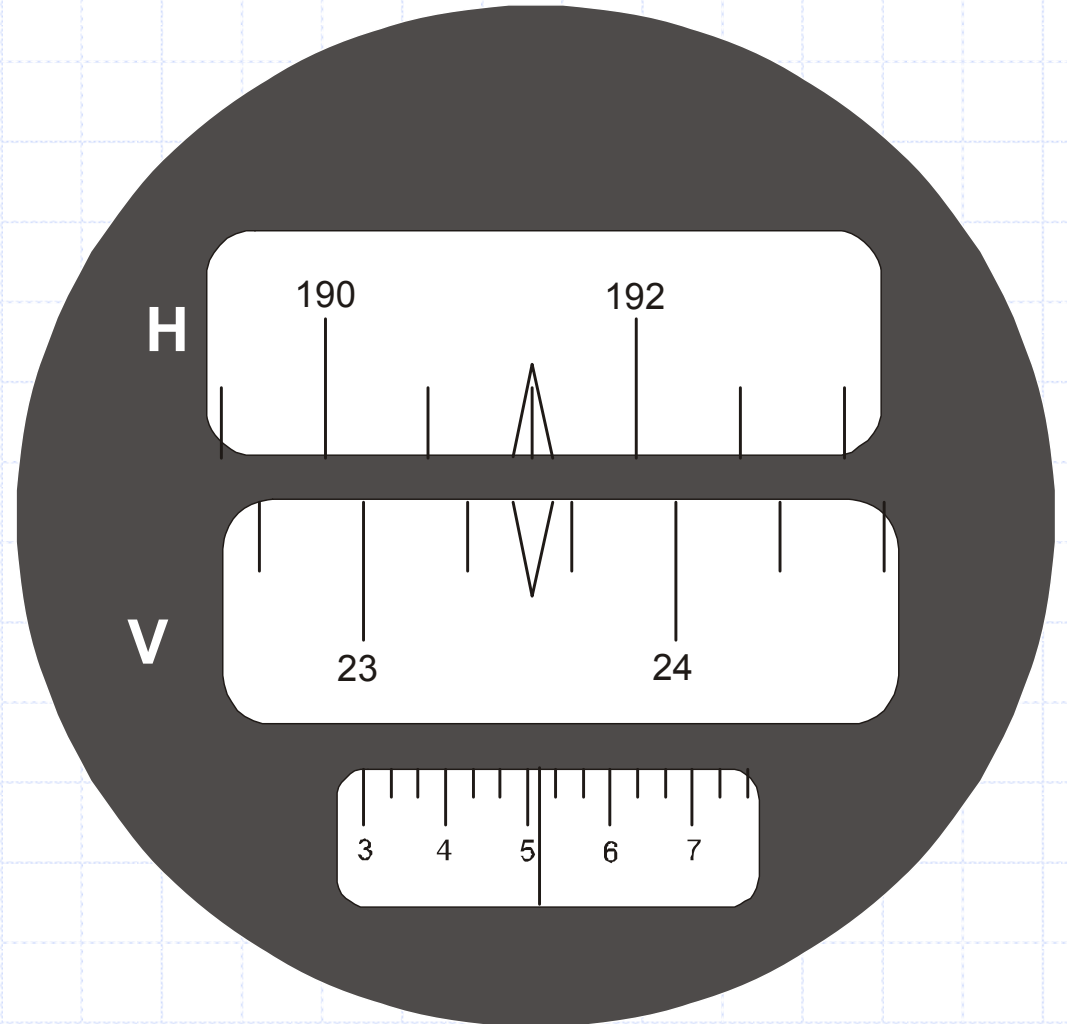
Mikroskop skalowy

- W mikroskopie skalowym szerokość skali obserwowanej przez mikroskop jest równa szerokości jednej działki podziału limbusa
- Limbus podzielony jest w odstępach co 1^g , skala natomiast podzielona jest 100 części, zatem jedna działka skali wynosi 1^c



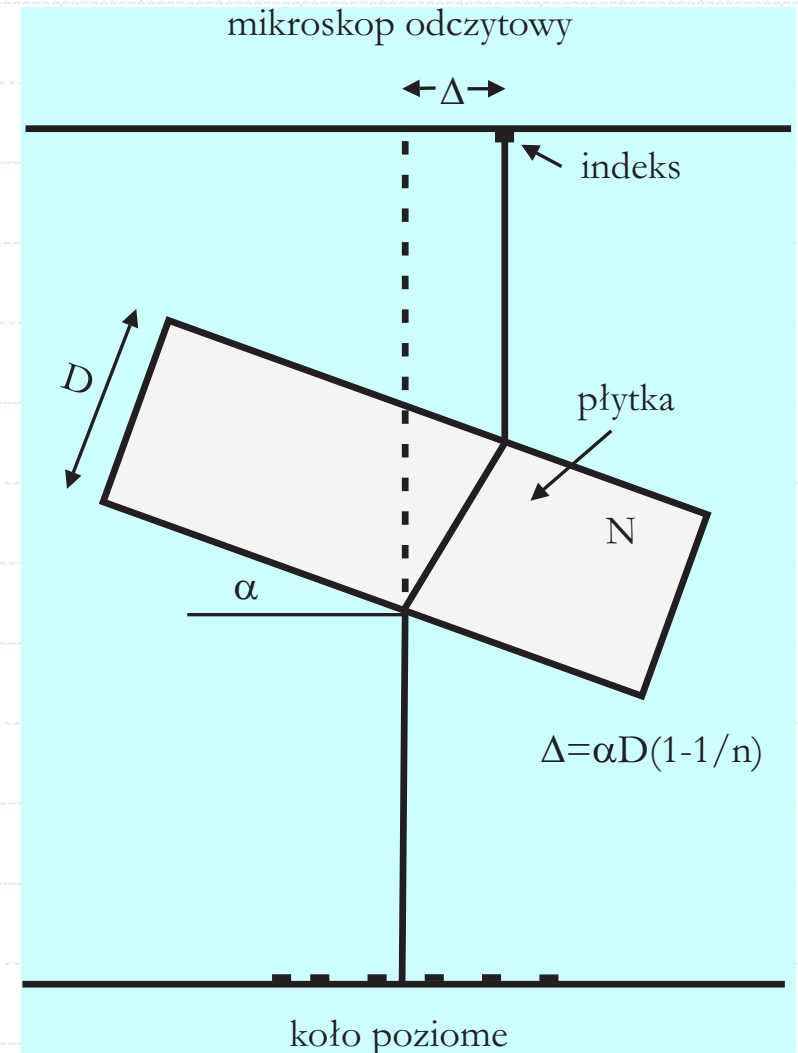
Mikrometr optyczny

- Działanie mikrometru polega na optycznym przesuwaniu obrazu podziałki limbusa względem nieruchomego indeksu,
- Do przesuwania służy system optyczny, mający jeden ruchomy element i związaną z nią skalę
- Skala ta, naniesiona na szkło, może być umieszczona w polu widzenia mikroskopu.

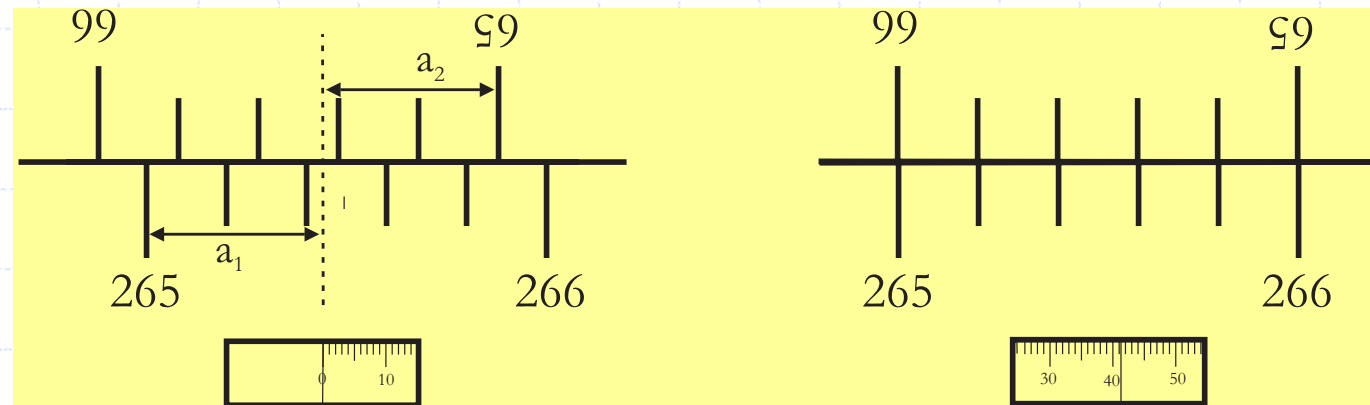
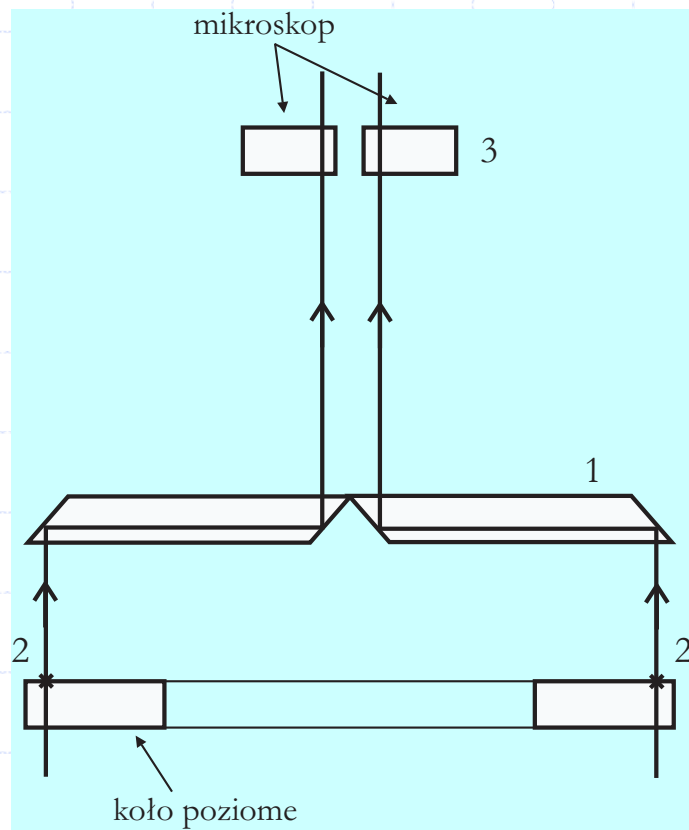


Zasada działania płytki płaskorównoległej w mikrometrach optycznych

- Elementem ruchomym odchylającym bieg promieni, zazwyczaj jest płytka płaskorównoległa, obracana wokół stałej osi
- Przy obracaniu płytki przemieszczenie promienia, zgodnie z uproszczonym wzorem, jest proporcjonalne do kąta obrotu płytki



Mikrometr optyczny z dwoma płytkami płaskorównoległymi



Elektroniczny system odczytowy

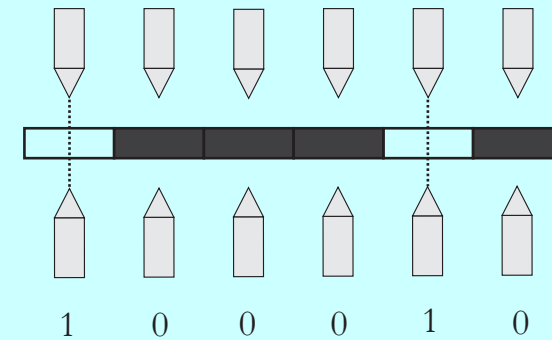
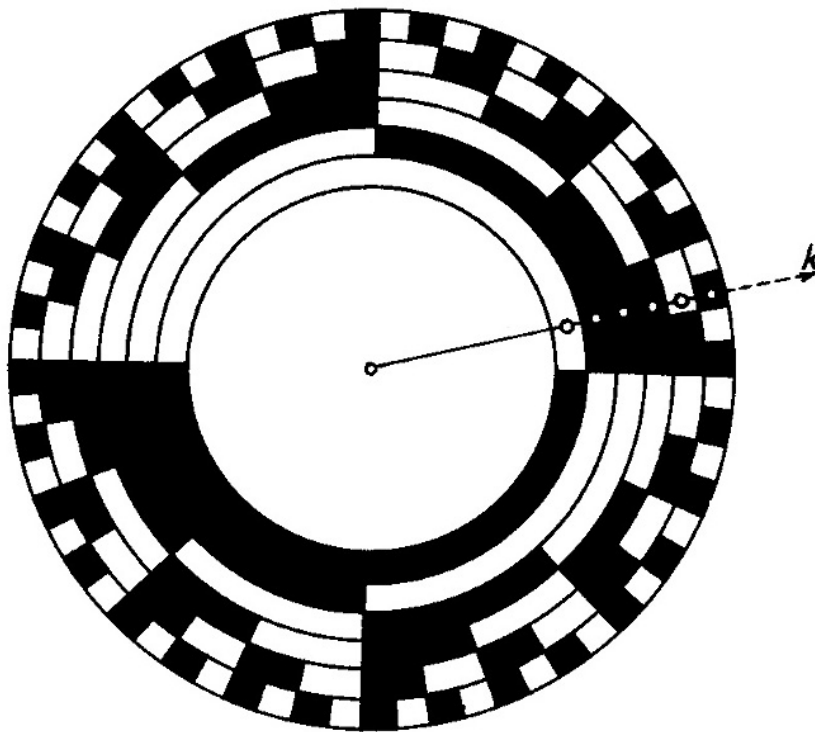
- W ostatnich konstrukcjach teodolitów elementy optyczne zastąpiono układami elektronicznymi w celu odczytywania kresek kodowych koła
- Teodolity te mają wygląd klasycznych teodolitów. Jedyna różnica polega na tym, że odczyt koła jest **wyświetlany** na specjalnym panelu
- Główną zaletą takich teodolitów jest możliwość bezpośredniego zapisu, a następnie dalszego jego przetwarzania, w postaci cyfrowej,
- Zazwyczaj teodolity cyfrowe są wyposażone dodatkowo w **dalmierz elektromagnetyczny** umożliwiający jednoczesny pomiar odległości
- Takie teodolity są zwane tachimetrami elektronicznymi lub teodolitami zintegrowanymi (*total station*).



Elektroniczne systemy odczytowe

- Kodowy
- Impulsowy (inkrementalny)
- Dynamiczny

Tarcza kodowa i zespół diod czytających



Ścieżki tarczy kodowej


- Każda ścieżka zawiera parzystą liczbę pól zwanych segmentami.
 - Ścieżka pierwsza zawiera **dwa** interwały,
 - ścieżka druga - **cztery** interwały,
 - ścieżka trzecia - **osiem** itd.
- Liczba interwałów w **n-tej** ścieżce wynosi więc **$2n$** ,
 - gdzie $n = 1, 2, \dots$ liczone jest od środka tarczy.
- Ostatnia ścieżka zawiera oczywiście najmniejsze interwały określające **rozdzielczość** przyrządu.
- Aby więc uzyskać rozdzielczość np. **10^c** , należałoby ostatnią ścieżkę podzielić na co najmniej **4000** równych interwałów „białych” i „czarnych” pól.
- musiałyby to być ścieżka **dwunasta**, gdyż $2^{12} = 4096$ działek.

Zasada funkcjonowania czytnika

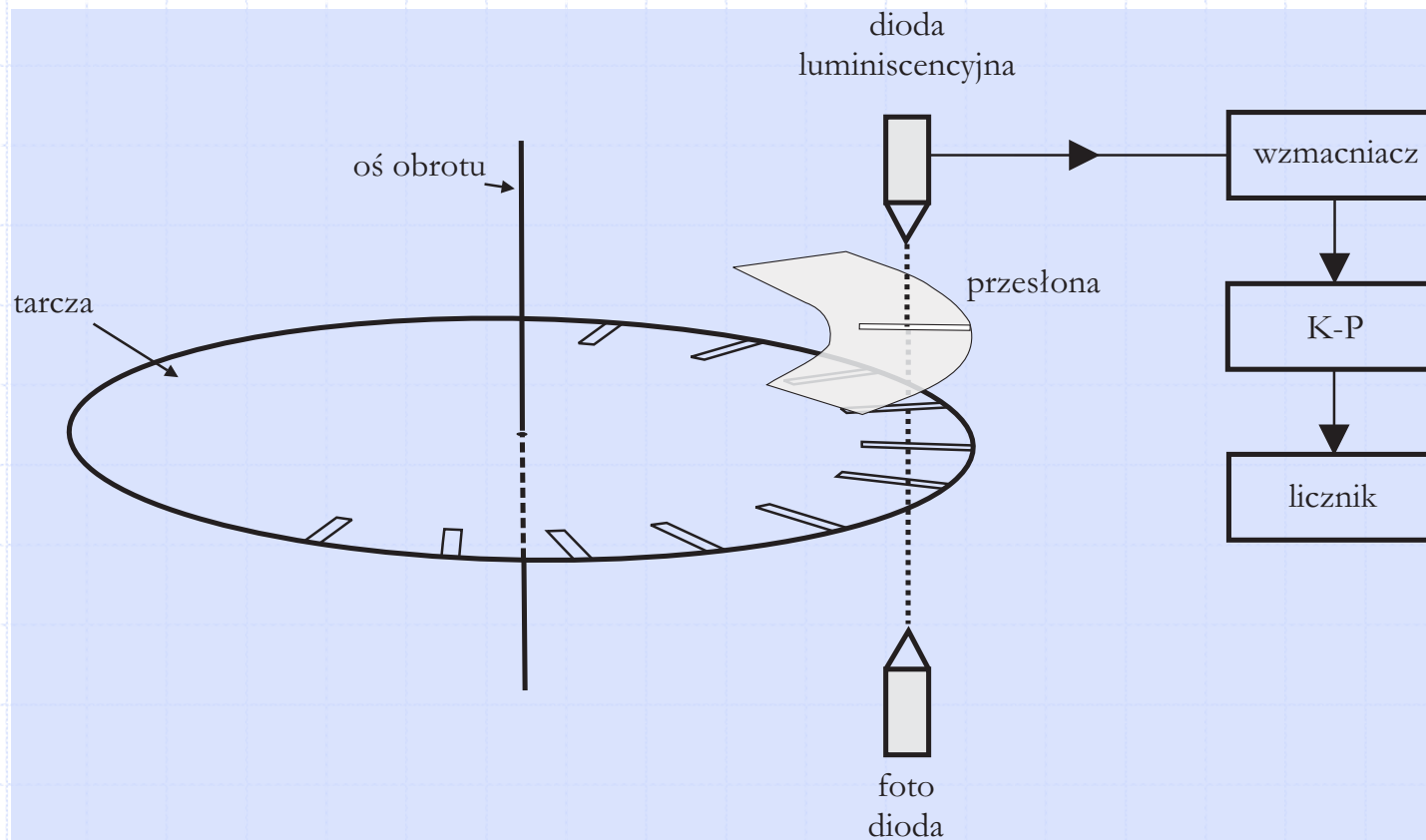
- Górna część czytnika - zestaw sześciu diod luminescencyjnych emitujących wiązki światła.
- Wiązki świetlne, przepuszczane przez przeźroczyste pola tarczy, padają na fotodiody odbiorcze tworzące układ zwany matrycą fotodetektorów.
- Wiązki świetlne wzbudzają w odpowiedniej diodzie sygnał elektryczny (napięcie), któremu w kodzie dwójkowym przypisuje się zwykle stan 0, podczas gdy pole nieprzeźroczyste określa stan 1.
- W sytuacji przedstawionej na rys. odczyt taki wynosi: 011101.

Kodowy system odczytowy

- Do odczytywania kierunków na tarczy kodowej stosowany jest czytnik fotodiodowy, który analogową wartość kierunku przetwarza na odczyt cyfrowy w naturalnym kodzie dwójkowym.
- Wiązka przepuszczana przez pole przeźroczyste tarczy wzbudza w odpowiedniej diodzie sygnał elektryczny (napięcie), któremu w kodzie dwójkowym przypisuje się zwykle stan 0, podczas gdy pole nieprzeźroczyste określa stan 1.
- Tak więc sześciu bitowy wyraz uformowany przez matrycę fotodetektorów ustawioną na prostej k jest odczytem cyfrowym tegoż kierunku k w kodzie dwójkowym.
- W sytuacji przedstawionej na Rys. odczyt taki wynosi: 011101

- 
- Impulsowy system pomiaru kątów
 - Zasada galwaniczna
 - Magnetyczna
 - Optyczna
 - Dynamiczny system pomiaru kątów

Zasada działania czytnika optycznego

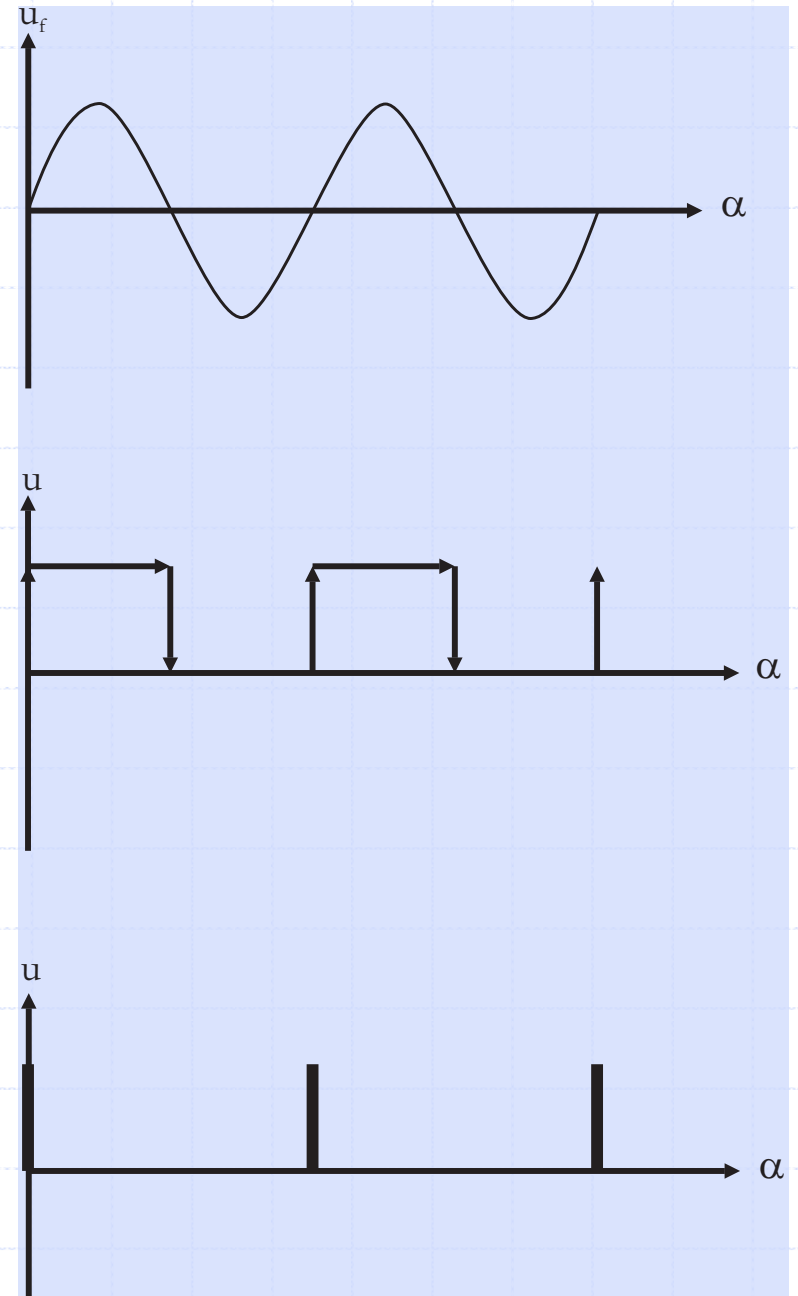


- Jeden interwał d = „białe” „ciemne”

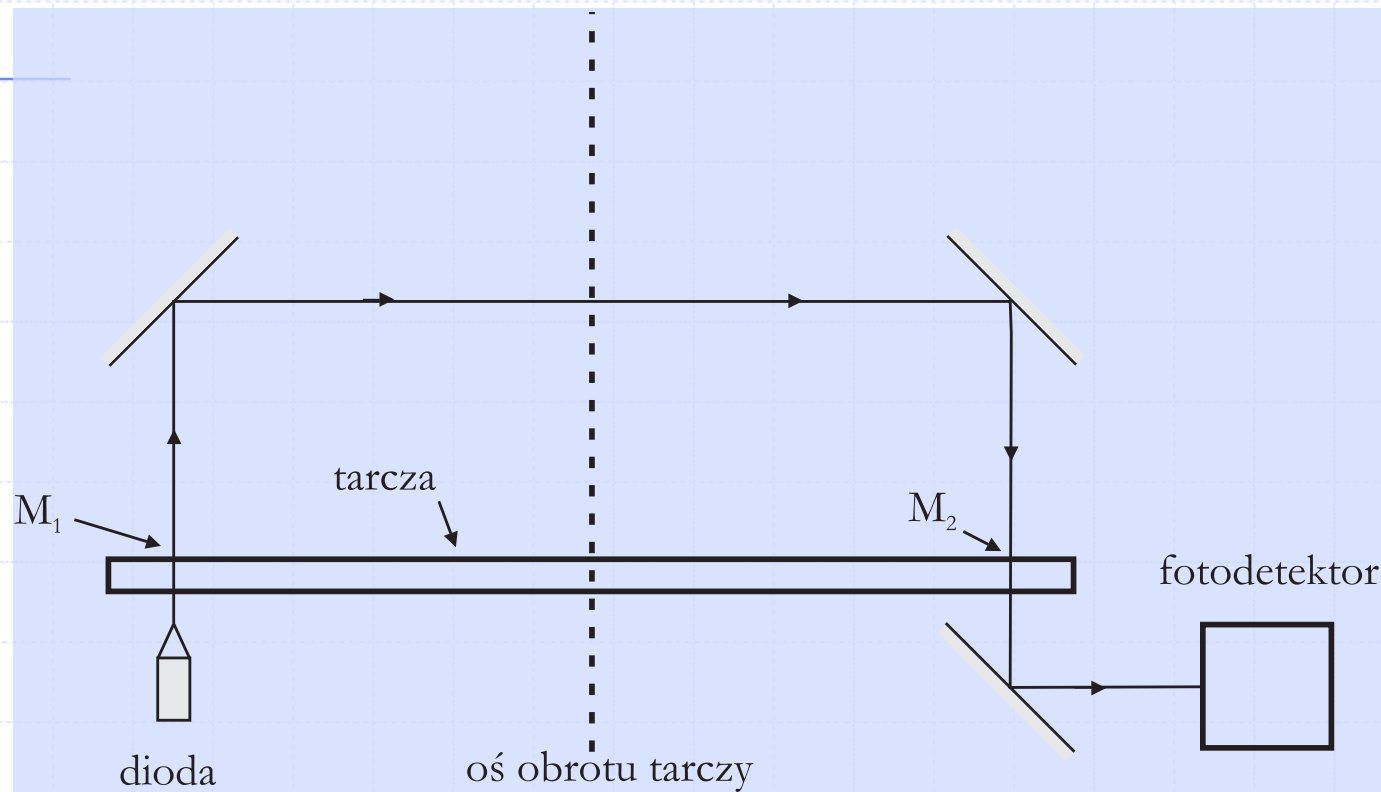
$$d = \frac{400^g}{n_r}$$

Kolejne impulsy

- Na wyjściu z fotodiody sinusoidalny sygnał elektryczny
- jest przekształcany na przebieg prostokątny
- Ten jest różniczkowany
- w wyniku którego tworzone są impulsy szpilkowe
- Impulsy są zliczane przez licznik (n_α)
- Mierzony kąt = $\alpha_o = d n_\alpha = n_\alpha \frac{400^g}{n_r}$



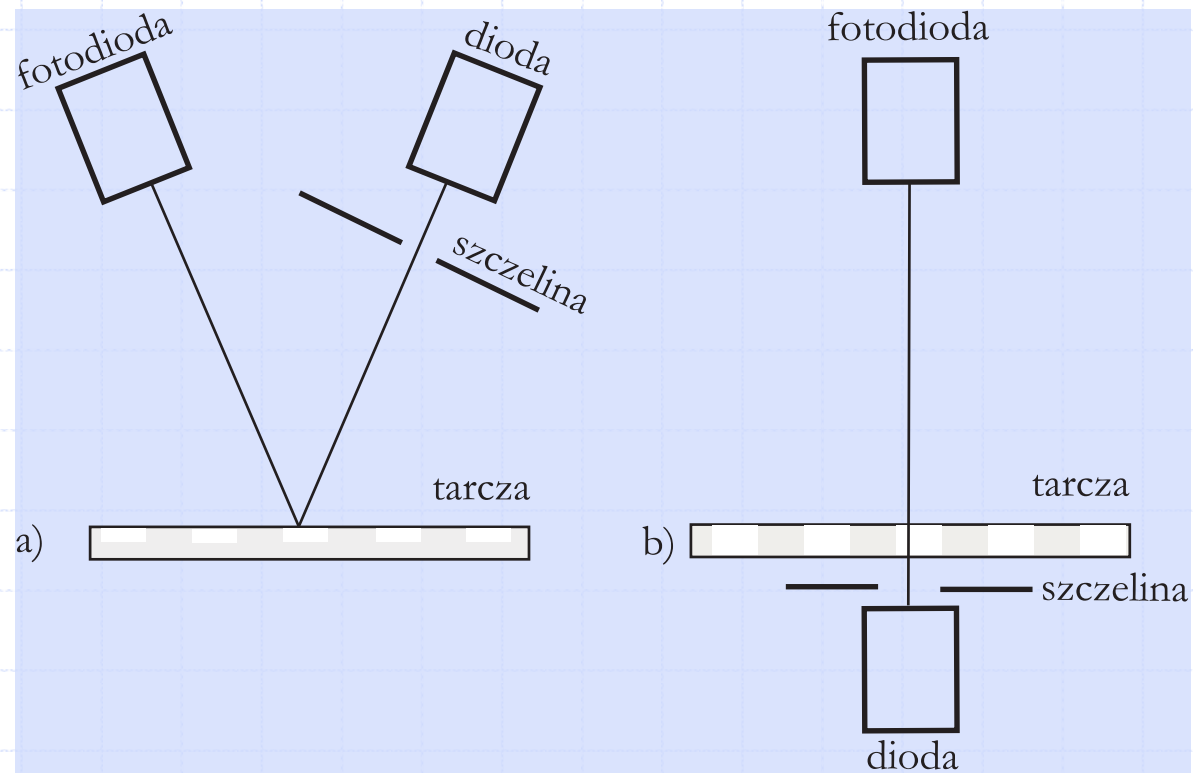
Odczytywanie za pomocą prążków mory



- **Prążki** mory powstają w przetworniku kąta przez nałożenie na siebie obrazów ścieżek z przeciwległych miejsc tarczy,
- Wytworzone sekwencje prążków ciemnych na jasnym tle są sygnałami optycznymi, które przekształcane są w matrycy fotodetektorów na odpowiednie sygnały elektryczne (napięcia).
- Te ostatnie przetwarzane są z kolei w układzie logicznym na

Dynamiczny system pomiaru kątów

- Metoda ta opiera się na zastosowaniu wirującej tarczy impulsowej i dwóch czytników fotoelektrycznych,
- Tarcza impulsowa - krąg szklany z naniesioną na nim ścieżką kołową zawierającą $n = 1024$ interwałów
- W systemie tym stosowane są dwa warianty przetwornika kąta



Koło pionowe

- Koło pionowe służy do pomiaru kątów pionowych
- Średnica koła pionowego jest zazwyczaj znacznie mniejsza niż koła poziomego
- Koło pionowe jest osadzone centrycznie względem osi poziomej i jest przymocowane do lunety
- Konstrukcja ta zapewnia, że koło obraca się i pochyla zgodnie z ruchem lunety
- Zasada odczytu koła pionowego jest identyczna z zasadą odczytu koła poziomego
- Urządzenie odczytowe, popularnie zwane jest **indeksem** koła pionowego

