

## STUDIUL INSTRUMENTELOR TOPOGRAFICE

### 4.1. INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU MĂSURAREA UNGHIURILOR

Instrumentele cu ajutorul cărora se măsoară unghiurile orizontale și verticale poartă denumirea generală de „goniometre”, iar cele folosite în geodezie și topografie se numesc teodolite și tahimetre.

- Teodolitul este un aparat care se folosește numai la măsurarea valorilor unghiulare ale direcțiilor orizontale între două sau mai multe puncte din teren, precum și a înclinării unghiulare a acestor direcții cu precizie mare ( $2'' \dots 10''$ ) și foarte mare ( $0, 2'' \dots 2''$ ).

Teodolitele sunt utilizate în lucrările de determinare a rețelilor geodezice de triangulație, de îndesire a acestor rețele, în trasarea pe teren a proiectelor și la urmărirea comportării construcțiilor, adică în cadrul ridicărilor geodezice și ale topografiei inginerești.

Principalele tipuri de teodolite folosite în mod curent în țara noastră sunt: Zeiss Theo 010 și 010A; Wild T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> și T<sub>4</sub>; Kern DKM 3; Elta-Zeiss seria E.

- Tahimetrul este un aparat care se folosește atât la măsurarea unghiurilor orizontale și verticale, dar cu o precizie mai mică ( $20'' \dots 1''$ ), cât și la măsurarea indirectă a distanțelor, pe cale optică. Tahimetrele fiind de o precizie mai mică sunt utilizate în cadrul lucrărilor topografice curente, în care, precizia pe care o asigură este suficientă.

Principalele tipuri de tahimetre, denumite uneori și teodolite-tahimetre, folosite în țara noastră sunt: Dahlta seria 010, 020; Zeiss Theo 030, 020; 020A; 020B; 080; 080A; Wild T 1A; Wild T16; MOM T-D2; Freiburger, Meopta, Salmoyraghi; Zeiss Elta seria E; Rec Elta cu calculator și înregistrare internă a datelor măsurate pe teren.

După modul de citire al gradațiilor pe cercurile orizontale și verticale, teodolitele și tahimetrele se grupează în două categorii:

**a. Teodolite de construcție clasică** (de tip vechi), la care cercurile gradate sunt metalice, iar efectuarea citirilor se face cu ajutorul unor lupe sau microscopae fixate în vecinătatea cercurilor;

**b. Teodolite moderne** (de tip nou), la care cercurile gradate sunt din sticlă, acoperite etanș, iar efectuarea citirilor se face printr-un sistem optic, centralizat în câmpul unui singur microscop, fixat pe lunetă.

**c. Teodolite cu înregistrare fotografică a gradațiilor unghiulare**, din care, se exemplifică teodolitul Wild T<sub>3</sub>;

**d. Teodolite-tahimetre, cu afișaj electronic**, fără înregistrare internă a unghiurilor și distanțelor: tahimetrul de rutină Zeiss-Elta 50; tahimetrul de precizie Zeiss-Elta 3;

**e. Teodolite-tahimetre, cu afișaj electronic și înregistrare automată internă a datelor**, pe bandă magnetică, fiind denumite și stații totale de măsurare, din care se menționează următoarele tipuri realizate de firma Zeiss- Oberkochen: Rec Elta 5; Rec Elta 15; Rec Elta 13 C și altele.

Cu toată diversitatea tipurilor constructive de teodolite și tahimetre, se consideră că schema generală de construcție și principalele părți componente sunt, în general, aceleași dar cu deosebiri esențiale în ceea ce privește tehnologia de realizare și caracteristicile constructive.

În acest sens, se menționează utilizarea tipurilor de teodolite, în lucrările de triangulație, cu puterea de mărire a lunetei de 40x-60x, iar în lucrările topografice a tipurilor de teodolite și tahimetre, cu puterea de mărire a lunetei de 25x-30x.

## 4.2. SCHEMA DE CONSTRUCȚIE ȘI PĂRȚILE COMPONENTE ALE UNUI TEODOLIT DE TIP CLASIC

Teodolitele și tahimetrele de tip clasic sunt prevăzute cu cercuri gradate din metal și dispozitive de citire a unghiurilor cu vernier, microscop cu tambur și altele, iar cele moderne sunt prevăzute cu cercuri gradate din cristal și dispozitive de citire a unghiurilor formate din microscop cu reper, cu scăriță și altele. În schema de construcție a unui teodolit-tahimetru de tip clasic, se includ următoarele părți componente principale și auxiliare, ce sunt redată în secțiunea schematică din figura 4.1.

**1. Ambaza** - este o prismă triunghiulară care se sprijină pe 3 șuruburi de calare (15) având rolul de susținere a aparatului și de fixare a acestuia pe măsura trepiedului prin șurubul pompă (16).

**2. Limbul sau cercul orizontal** - este un disc metalic al cărui perimetru este argintat și divizat în grade sexagesimale sau centesimale. La teodolitele moderne, este format dintr-un cerc inelar de sticlă, cu diametrul variind între 50 și 250 mm, fixat pe un suport metalic. Pe limb se citesc valorile unghiulare ale direcțiilor orizontale din fiecare punct de stație.

Mișcarea limbului poate fi blocată cu șurubul de blocare a mișcării generale (12) prin intermediul axului metalic vertical cu care face corp comun.

**3. Alidada cercului orizontal** - este un disc metalic, concentric cu limbul, fiind susținut de axul plin ce intră în axul tubular al limbului. Discul alidadei are la extremitatea lui două deschideri diametral opuse unde sunt fixate vernierele sau alte tipuri de citire, a căror estimare se poate face cu ajutorul unor lupe sau microscop (10). Mișcarea alidadei în plan orizontal se poate bloca prin intermediul șurubului de blocare a mișcării înregistratoare (13).

4. **Furcile de susținere a lunetei**, sunt două piese metalice, fixate cu un capăt pe alidadă, cu care face corp comun, iar pe capătul superior se sprijină dispozitivul de susținere al axei de rotație a lunetei. Pe una din furci se află șurubul de blocare a mișcării lunetei (14) și cel de mișcare fină, iar pe cealaltă furcă se găsește fixată o nivelă torică numită nivelă zenitală (9), cu ajutorul căreia se orizontalizează indicii zero de pe cercul vertical (eclimetrul).

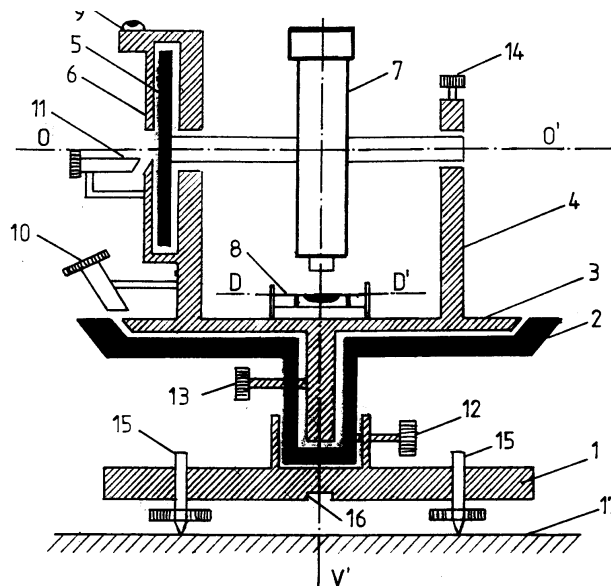


Fig.4.1. Secțiune schematică a unui teodolit de tip clasic

1. Ambaza; 2. Limbul sau cercul orizontal; 3. Alidada sau cercul alidad; 4. Furcile de susținere a lunetei; 5. Eclimetrul sau cercul vertical; 6. Alidada cercului vertical; 7. Luneta topografică; 8. Nivele torică de calare orizontală; 9. Nivelă zenitală; 10. Lupe sau microscop pe cercul

vertical; 11. Lupe sau microscopie pe cercul vertical; 12. Șurub de blocare a mișcării generale; 13. Șurub de blocare a mișcării lunetei; 14. Șurub de blocare a mișcării lunetei; 15. Șurub de calare sau orizontalizare; 16. Șurub pompă sau de fixare a teodolitului pe măsura trepiedului; 17. Măsura trepiedului

**5. Eclimetrul sau cercul vertical**, se realizează din același material și este gradat în același sistem sexagesimal sau centesimal ca și limbul. Pentru măsurarea unghiurilor verticale, eclimetrul trebuie să se rotească solidar cu luneta în plan vertical iar linia indicilor de citire trebuie să fie în planul orizontal ( $h - h^1$ ). Aducerea indicilor de citire 0-0 în plan orizontal, se realizează prin calarea nivelei zenitale (9) cu ajutorul șurubului de fină calare.

Citirea unghiurilor pe eclimetru (5) se face cu ajutorul a două verniere gradate pe cercul adidat vertical (6), prin intermediul a două lupe sau microscopie.

**6. Alidada cercului vertical**, este un disc metalic, concentric cu eclimetrul prevăzut cu două deschideri diametral opuse pe care s-au gradat vernierele de citire a unghiurilor verticale.

**7. Luneta topografică**, este un dispozitiv optic care servește la vizarea de la distanță a semnalelor topografice asigurând mărirea și apropierea obiectelor vizate.

**8. Nivele de calare**, servesc la verticalizarea și orizontalizarea aparatului.

a. *Nivela torică* este formată dintr-o fiolă de sticlă în forma de tor, închisă ermetic și umplută incomplet cu alcool.

b. *Nivela sferică* este alcătuită dintr-o fiolă în formă de cilindru, închisă la partea superioară printr-o calotă sferică, pe care se găsesc gradate 1...2 cercuri concentrice.

În fiola umplută cu lichid volatil, se formează o bulă circulară care este protejată de o carcasă metalică, fiind fixată pe alidada ce servește la orizontalizarea aproximativă a teodolitului la așezarea în punctului de stație.

### 4.3. AXELE ȘI MIȘCĂRILE UNUI TEODOLIT DE TIP CLASIC

În schema de principiu a unui teodolit se disting următoarele trei axe constructive (fig 4.2).

**a. Axa principală sau verticală (V-V')** este axa ce trece prin centrul limbului, fiind perpendiculară pe acesta  $VV^1 \perp aa^1$ . În jurul axei VV' se rotește aparatul în plan orizontal (rotația  $r_1$ ). În timpul măsurătorilor, axa VV' trebuie să fie verticală, confundându-se cu verticala punctului topografic de stație.

**b. Axa secundară sau orizontală (OO')** este axa ce trece prin centrul eclimetrului, fiind perpendiculară pe aceasta ( $OO^1 \perp ee^1$ ). În jurul axei orizontale OO', se rotește luneta împreună cu eclimetrul în plan vertical (rotația  $r_2$ ).

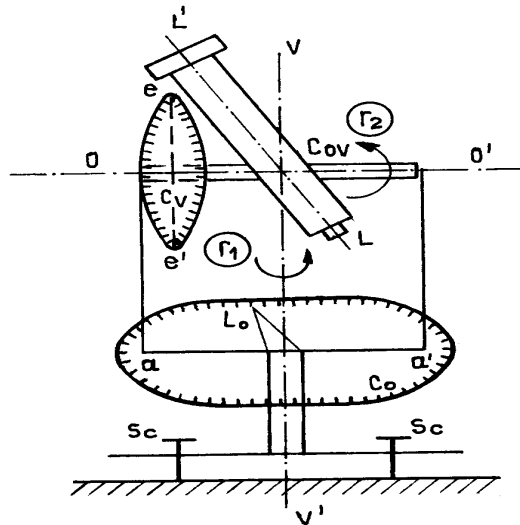


Fig.4.2. Axele și mișcările unui teodolit de tip clasic

**c. Axa de vizare a lunetei (LL')** este axa ce trece prin centrul optic al obiectivului ( $C_{OV}$ ) și intersecția firelor reticulare, care permite vizarea riguroasă a punctelor matematice ale semnalelor topografice.

Pe lângă cele 3 axe constructive, fiecare nivelă torică sau sferică a teodolitului dispune de o axă sau directrice (DD'), care prin operația de calare a nivelei va fi adusă într-o poziție orizontală. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească cele trei axe sunt următoarele:

- axa principală să fie perpendiculară pe axa secundară  $VV' \perp OO'$ , pentru ca luneta să se rotească în plan vertical;
- axa de vizare să fie perpendiculară pe axa secundară  $LL' \perp OO'$ , care asigură rotația în plan vertical a lunetei;
- cele trei axe trebuie să se întâlnească într-un singur punct numit punctul matematic al aparatului.

Teodolitul dispune de mișcări, în plan orizontal și vertical:

a) Mișcarea în plan orizontal (rotația  $r_1$ ) este mișcarea aparatului în jurul axei principale  $VV'$  unde distingem:

- mișcarea generală, când limbul se rotește împreună cu alidada, fiind acționat de un șurub macrometric (12) și un șurub de mișcare fină – micrometric;
- mișcarea înregistratoare, când limbul este fix și se mișcă doar alidada cu dispozitivul de citire, fiind acționat de un șurub macrometric (13) și un șurub micrometric.

b) Mișcarea în plan vertical (rotația  $r_2$ ), când se mișcă doar luneta împreună cu eclimetrul, în jurul axei secundare ( $OO'$ ), fiind acționată de un șurub de blocare (14) și un șurub de mișcare fină (fig 4.2).

#### 4.4. TIPURI CONSTRUCTIVE DE TEODOLITE CLASICE

În funcție de libertățile de mișcare ale limbului și alidadei, teodolitele se clasifică în următoarele tipuri constructive:

**a) Teodolite simple** – limbul este fixat pe ambază, putându-se roti numai alidada. Aparatul dispune numai de mișcarea înregistratoare, fapt ce nu permite posibilitatea introducerii unor valori unghiulare pe anumite direcții, fiind de construcție mai veche.

**b) Teodolite repetitoare** – care dispun atât de mișcarea înregistratoare cât și de mișcarea generală, ceea ce face posibilă fixarea unei anumite valori unghiulare pe limb, pe o direcție dată. Acest tip repetitor este caracteristic teodolitelor de precizie mai mică (tahimetre).

**c) Teodolite reiteratoare** – sunt teodolitele moderne care dispun numai de mișcări înregistratoare. Introducerea unei valori unghiulare pe o direcție dată, se realizează prin rotirea independentă a limbului cu ajutorul unui șurub reiterator, fără rotirea alidadei. Acest tip reiterator este caracteristic teodolitelor de înaltă precizie.

#### 4.5. DISPOZITIVE DE CITIRE A UNGHIURILOR

Cercul gradat ale teodolitului sunt divizate până la unități de grade sau zeci de minute. Pentru mărirea preciziei de citire a unghiurilor au fost realizate dispozitive de citire, care asigură estimarea precisă a unei fracțiuni din cea mai mică diviziune de pe cercul gradat, până la nivel de minute și secunde.

După principiul de construcție a dispozitivelor de citire distingem:

- Dispozitive mecanice: vernierul circular;
- Dispozitive optice: microscop cu reper; microscop cu scăriță; microscop cu coincidență; microscop cu înregistrare fotografică;
- Dispozitive electronice: microscop cu înregistrare internă;

Dispozitivul de citire se compune din partea optică de observare, care poate fi lupă sau microscop și dispozitivul propriu-zis, care poate fi vernier sau scăriță. Înainte de efectuarea citirilor pe cercurile gradate, trebuie să se determine următoarele elemente:

- modul de gradație a cercului (sexagesimală sau centesimală);
- sensul de înscriere a gradelor (de la stânga la dreapta sau de la dreapta la stânga);
- valoarea celei mai mici diviziuni de pe cercul gradat ( $D$ );
- precizia de citire, care se obține cu relația:

$$p = \frac{D}{n} = \frac{\text{diviziunea cea mai mică de pe cerc}}{\text{numărul diviziunilor de pe dispozitivul de citire}}$$

- citirea pe cercul gradat:  $C = P_I + P_{II}$  în care:

$P_I$  - citirea directă pe cerc, reprezintă gradele și fracțiunile întregi de grade citite pe cerc, față de indicele zero al dispozitivului de citire;

$P_{II}$  - citirea prin estimare reprezintă fracțiunea din cea mai mică diviziune de pe cerc estimată cu ajutorul dispozitivului de citire.

a) Microscopul cu reper este un dispozitiv optic al teodolitelor de precizie mică din seria Zeiss Theo 120, Theo 080 și Theo 080 A. Pe o placă de sticlă fixată în câmpul microscopului s-a gravat un reper  $r$ , a cărui imagine se suprapune peste imaginile diviziunilor cercurilor gradate: limb (Hz) și eclimetru (V), ce apar concomitent în câmpul microscopului montat pe furca aparatului (fig 4.3).

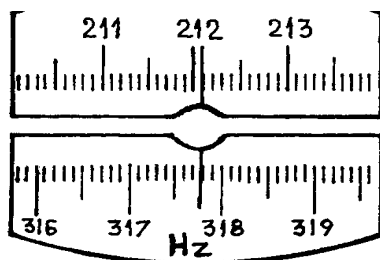


Fig.4.3. Microscopul cu reper

Pentru executarea citirilor se identifică următoarele elemente:

- sistemul de gradație;
- sensul de înscriere a gradelor;
- cea mai mică diviziune de pe cerc;
- precizia de citire pe cercul gradat :

$$p = \frac{D}{n} = \frac{1^g}{10 \text{ div}} = \frac{100^c}{10} = 10^c \quad 4.1$$

Citirea pe cercul orizontal sau limb (Hz):

- se citesc gradele din stânga reperului:  $317^g$ ;
- se numără diviziunile întregi până la reper (7 diviziuni), care se înmulțesc cu  $10^c$ , obținându-se, (7 diviziuni  $\times 10^c$ );
- se determină prima parte a citirii:  $P_I = 317^g 70^c 00^{cc}$ ;
- se determină partea a doua a citirii, prin estimarea cu ochiul liber a fracțiunii de diviziune până la reper:  $P_{II} = 8^c 00^{cc}$ .
- se calculează citirea totală:  $C = P_I + P_{II} = 317^g 78^c 00^{cc}$ .

Citirea pe cercul vertical sau eclimetrul (V) se face în mod asemănător, obținându-se:  $C = P_I + P_{II} = 212^g 09^c 00^{cc}$ .

b) Microscopul cu scăriță utilizat în cazul teodolitelor-tahimetre Zeiss Theo 030; Theo 020; Theo 020A și Wild T6, se bazează pe următorul principiu constructiv:

- Pe o placă de sticlă, fixată în câmpul microscopului sunt dispuse două scărițe divizate fiecare în 100 părți egale pentru sistemul centezimal și 60 diviziuni pentru sistemul sexagesimal, a căror imagine apare în mod independent în două ferestre corespunzătoare celor două cercuri gradate: limb (Hz) și eclimetrul (V) (fig.4.3).

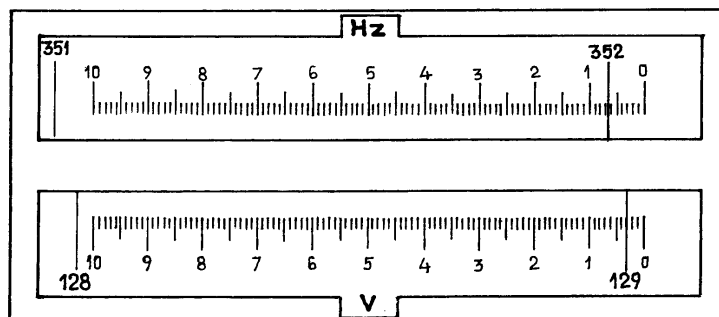


Fig.4.3 Microscopul cu scăriță

- Din punct de vedere practic are loc o suprapunere a imaginilor scărițelor, care rămân fixe, cu imaginile diviziunilor limbului (Hz) și eclimetrului (V) care se schimbă. Prin construcție, imaginile scăriței se proiectează exact peste o diviziune de pe cercul gradat.

Precizia scăriței este dată de relația: 
$$p = \frac{D}{n} = \frac{100^c}{100} = 1^c \quad 4.2$$

La efectuarea citirii, prima parte ( $P_I$ ) este reprezentată de valoarea gradului a cărui diviziune se suprapune peste scăriță, iar partea a doua ( $P_{II}$ ), se obține înmulțind numărul de diviziuni citite pe scăriță cu precizia de  $1^c$ , care s-au citit de la zero și până la linia gradului respectiv:

- pe cercul orizontal sau limb (Hz):

$$C = P_I + P_{II} = 352^g.00^c + 6^c.50^{cc} = 352^g.06^c.50^{cc}$$

- pe cercul vertical sau eclimetru (V):

$$C = P_I + P_{II} = 129^g.00^c + 3^c.00^{cc} = 129^g.03^c.00^{cc}$$

#### 4.6. ANEXE ALE TEODOLITELOR CLASICE ȘI MODERNE

Pe lângă părțile componente prezentate anterior, teodolitele, mai dispun de următoarele piese auxiliare:

a) Trepiedul constituie stativul aparatului în punctul de stație fiind compus din trei picioare de susținere confecționate din lemn, prevăzute cu saboți de metal pentru înfigerea în sol, având lungimea fixă la tipurile mai vechi și culisabilă la cele noi. La partea superioară a celor trei picioare se găsește măsura trepiedului, pe care se fixează aparatul cu ajutorul șurubului pompă.

b) Firul cu plumb constă dintr-o greutate de formă conică suspendată de un fir, care se atârna sub șurubul pompă, servind la centrarea aparatului în punctul de stație, marcat prin țărșuși sau borne.

La unele aparate, firul cu plumb a fost înlocuit de o piesă numită baston de centrare, care este compus din două tuburi metalice ce culisează unul față de celălalt. Tubul interior se prinde la șurubul pompă, iar cel exterior se prelungește până la țărșuș sau bornă, iar verticalizarea se face cu o nivelă sferică.

- Teodolitele moderne de precizie sunt prevăzute cu un sistem de centrare optică, compus dintr-o prismă triunghiulară, o placă pe care este gravat un cerculeț și un ocular. Razele ce trec prin lunetă sunt reflectate de prisma sub un unghi de  $100^g$ . Sistemul luneta – ocular este fixat sub ambază, fiind paralelă cu limbul, iar prisma ce reflectă razele de lumină trebuie să corespundă cu axa principală-verticală a teodolitului  $VV'$ . În acest moment cerculețul se proiectează pe cuiul țărșușului sau pe reperul bornei.

c) Busola indică direcția  $N_m$  și dă posibilitatea măsurării pe teren a orientărilor magnetice a direcțiilor vizate.

În funcție de orientarea magnetică se poate calcula orientarea geografică, dacă se cunoaște unghiul de declinație magnetică.

În cazul teodolitelor moderne, busola a fost înlocuită cu un declinator, ce se compune dintr-un ac magnetic așezat într-un tub sau într-o cutie dreptunghiulară. Declinatorul și luneta sunt orientate pe direcția  $N_m$  atunci când capetele acului vin în coincidență.

#### 4.7. AȘEZAREA TEODOLITULUI ÎN PUNCTUL DE STAȚIE

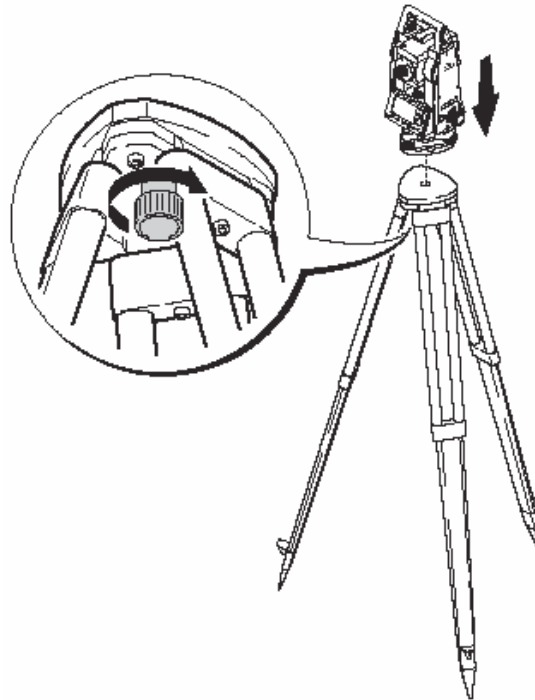
În vederea efectuării măsurătorilor unghiulare și liniare, teodolitul trebuie să fie așezat în punctul topografic de stație, marcat la sol printr-un țărșuș sau printr-o bornă, care din punct de vedere practic cuprinde următoarele operațiuni:

***a. Instalarea teodolitului în punctul de stație cuprinde următoarele faze:***

- se fixează trepiedul deasupra punctului de stație, la o înălțime corespunzătoare înălțimii operatorului;
- se scoate teodolitul din cutie și se fixează cu ajutorul șurubului pompă pe platforma trepiedului;
- se suspendă firul cu plumb de cârligul existent în ambază și se aduce în mod aproximativ deasupra punctului de stație.

**b. Centrarea teodolitului în stație, se realizează prin următoarele operații:**

- se urmărește din ochi ca măsura trepiedului să fie aproximativ orizontală și se face o calare provizorie a instrumentului în stație;



*Fig.4.4. Centrarea teodolitului*

- se fixează picioarele trepiedului în sol prin apăsare pe saboți, verificându-se stabilitatea acestuia și modul de strângere a șuruburilor trepiedului;
- se aduce firul cu plumb pe verticala punctului topografic de stație, reprezentat de centrul țărșului sau de reperul bornei;
- perfecționarea centrării se face prin slăbirea șurubului pompă și deplasarea teodolitului pe platforma trepiedului până când se aduce firul cu plumb pe reperul de la sol, după care se strânge din nou șurubul pompă.

**c. Calarea teodolitului în stație.**

Este operația de verticalizare a axei principale VV, ce se realizează cu nivela torică, fixată pe alidadă și cu cele trei șuruburi de calare, pe baza următoarelor operațiuni:



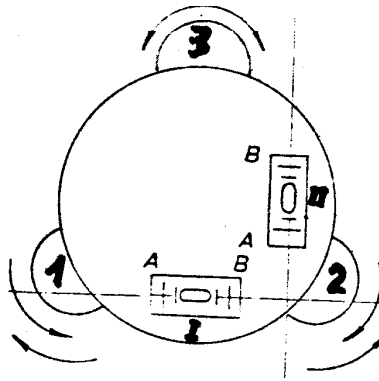


Fig.4.5. Calarea teodolitului

- se rotește alidada, până când nivela torică se aduce în poziția I-a, paralelă cu direcția dată de șuruburile 1 și 2;
- se acționează simultan și în sens invers de cele două șuruburi 1 și 2, până când bula nivelei este adusă între cele două repere;
- se rotește alidada cu circa  $100^{\circ}$ , aducându-se nivela torică în poziția a II-a, perpendiculară pe poziția I-a;
- se acționează numai de șurubul de calare 3 și se aduce bula nivelei torice între repere.

Se repetă cele două operații de două-trei ori până când bula nivelei rămâne între repere, în orice poziție de rotire în plan a teodolitului. Dacă bula de aer a nivelei torice nu rămâne între repere, se efectuează operația de rectificare cu jumătate din șurubul de rectificare și jumătate din șuruburile de calare.

#### 4.8. VIZAREA SEMNALELOR TOPOGRAFICE

Prin operația de vizare a semnalelor topografice se aduce intersecția firelor reticulare peste imaginea semnalului topografic al punctului vizat din teren, care cuprinde următoarele două faze:

*a. Punerea la punct a lunetei, prin care se realizează clarificarea firelor reticulare în funcție de dioptriile ochiului operatorului:*

- se vizează cu luneta spre un fond deschis (cer sau perete alb);
- se privește prin ocular și se rotește manșonul acestuia, până când firele reticulare se văd distinct și clar;

*b. Punerea la punct a imaginii obiectului vizat, cuprinde următoarele operații:*

- se îndreaptă luneta în direcția semnalului vizat și cu ajutorul dispozitivului de căutare, fixat pe lunetă, se aduce luneta pe direcția acestuia și se blochează mișcările lunetei în plan orizontal și în plan vertical;
- se privește prin ocularul lunetei și se acționează de manșonul sau șurubul de focusare până când se realizează claritatea imaginii semnalului topografic al punctului vizat.

*c. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor orizontale*

În funcție de tipul semnalului topografic, se procedează la vizarea acestuia în vederea măsurării unghiurilor orizontale, pe baza efectuării următoarelor operații (fig.4.6.):

- se aduce imaginea semnalului în câmpul lunetei (fig.4.6.a);
- se aduce intersecția firelor reticulare peste imaginea semnalului, folosindu-se șuruburile de fină mișcare a lunetei în plan vertical (fig.4.6.b) și a alidadei cercului orizontal în plan orizontal (fig.4.6.c).

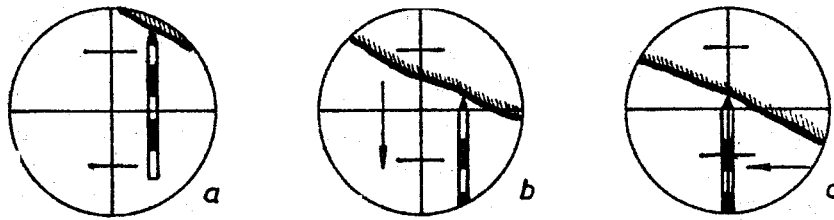


Fig.4.6. Vizarea semnalului topografic (jalon)

Vizarea semnalelor topografice, se face în cazul măsurării unghiurilor orizontale prin aducerea intersecției firelor reticulare pe baza jalonului, a mirei topografice, a reperului balizei topografice sau a unei piramide (fig.4.7).

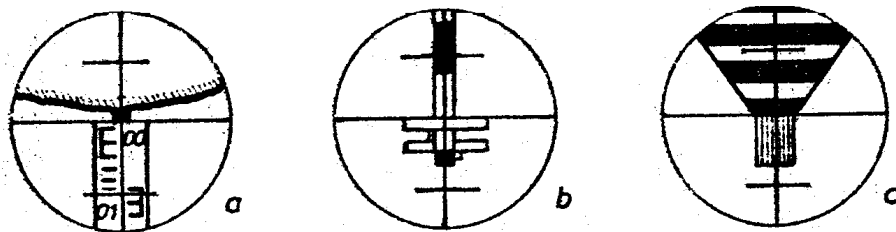


Fig.4.7. Vizarea semnalului topografic pentru unghiuri orizontale  
a) pe miră; b) pe baliză; c) pe piramidă

*d. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor verticale*

În cazul când se măsoară unghiuri verticale de pantă, vizarea semnalului topografic se face cu firul reticular orizontal la o înălțime corespunzătoare înălțimii operatorului din punctul de stație (fig.4.8.a).

Pentru alte unghiuri verticale care nu sunt unghiuri de pantă, vizarea se face cu firul reticular orizontal la înălțimea semnalului topografic redată în figura 4.8.b., pentru o turlă de biserică și în figura 4.8.c, pe piramidă.

Din punct de vedere practic vizarea unui semnal topografic se face cu o singură poziție a lunetei sau cu ambele poziții, iar corespunzător fiecărei vizări, se efectuează citirea valorilor unghiulare pe cercul orizontal și pe cercul vertical.

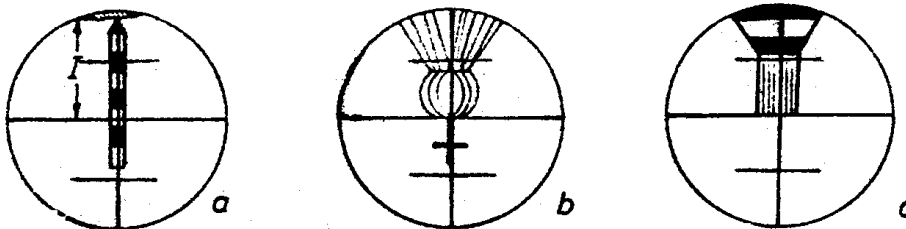


Fig.4.8. Vizarea semnalului topografic pentru unghiuri verticale  
a) pe miră; b) pe baliză; c) pe piramidă

## 4.9. TAHIMETRE ELECTRONICE

### 4.9.1. Considerații generale

Tahimetrele electronice denumite și stații inteligente sau stații totale, reprezintă o generație nouă de aparate care cuprind realizări de vârf ale mecanicii fine, ale electronicii și ale opticii.

Concepția constructivă a unui astfel de tahimetru reunește în cadrul unei singure unități portabile, de dimensiunile și aspectul unui teodolit obișnuit, componentele necesare măsurării cu ajutorul undelor electromagnetice a următoarelor elemente:

- unghiuri orizontale și verticale;
- distanțe înclinate și / sau distanțe reduse la orizont;
- coordonate rectangulare relative  $\Delta X$  și  $\Delta Y$ ;
- diferențe de nivel  $\Delta H$ .

Din punct de vedere practic elementele unghiulare și liniare menționate mai sus, se măsoară, între punctul de stație și punctul vizat iar pe baza programului de calcul se determină în teren, distanțele reduse la orizont, coordonatele relative  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  și  $\Delta H$  și coordonatele absolute  $X$ ,  $Y$ ,  $H$  ale punctelor de drumuire precum și a punctelor radiate.

Stațiile totale de măsurare dispun de un centru de memorie propriu și de o memorie exterioară, precum și de o serie de programe de calcul specifice măsurătorilor topo-geodezice care sunt utilizate în ridicările topografice.

Datele măsurate și calculate sunt memorate și apoi transferate în memoria unui calculator, unde cu ajutorul unor programe de prelucrare se determină componentele grafice, ce se desenează în sistem automatizat cu plotere atașate la calculator. Utilizarea tahimetrelor electronice în măsurătorile topo-geodezice asigură obținerea datelor de teren în formă digitală și automatizarea procesului de prelucrare, arhivare și editare a bazei de date.

Tahimetrele electronice au fost concepute și realizate de către diverse firme constructoare, dintre care, se remarcă firmele: Zeiss – Oberkochen, din Germania; Leica – Heerbrugg, din Elveția; Sokkia – Japonia și altele.

### 4.9.2. Principalele părți componente ale tahimetrului electronic REC ELTA 13C ZEISS

Tahimetrul electronic Rec Elta 13C (fig.4.9.) este compus din tahimetrul propriu-zis și o unitate de calcul și de memorie a datelor, unde se disting următoarele părți componente:

- un cerc orizontal și unul vertical, electronice;
- o lunetă și distomatul pentru măsurarea distanțelor.
- un ecran cu patru linii de afișaj cu câte 40 de caractere fiecare, având rezoluția de 240x30 pixeli;
- o tastatură formată din 24 taste (butoane) cu funcții multiple;
- interfață RS 232 C de comunicație cu computerul și memorie interschimbabilă Mem E;
- memorie internă de 500 linii;
- memorie externă – cartelă PCMCIA – 1Mb;
- generator de semnal acustic;
- acumulatori de alimentare de 4.8 V și 2 Ah.

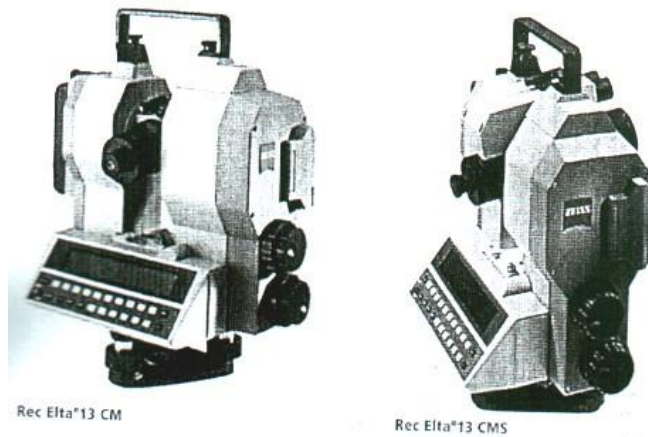


Fig. 4.9. Stația totală REC ELTA 13 CM ZEISS

Transferul datelor măsurate și memorate în *unitatea REC E*, se face fie *on-line* cu ajutorul *interfaței* la echipamentul periferic, în teren sau la birou, fie *off-line* la convertorul *DACE* cu ajutorul memoriei interschimbabile Mem E.

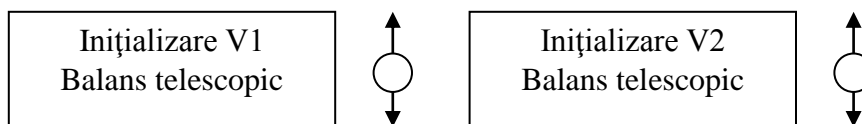
#### 4.9.3. Modul de lucru cu tahimetrul electronic Rec Elta 13 C

În vederea executării măsurătorilor de teren, cu tahimetrul electronic Rec Elta 13 C, se vor parcurge, următoarele etape:

##### 1. Inițializarea tahimetrului

După instalarea în stație (centrare, calare) aparatul se pornește apăsând tasta ON, apărând pe ecran denumirea aparatului.

Pentru a se putea lucra cu Rec Elta 13C, este necesar să se inițializeze cercul orizontal și cercul vertical. Se inițializează, mai întâi, cercul vertical prin mișcarea lunetei în sus și în jos, urmărindu-se ecranul și răspunzând la indicațiile existente pe acesta (toate prescripțiile sunt în limba română).



Apoi se inițializează cercul orizontal, mișcând tahimetrul în plan orizontal, urmărind mesajele pe ecran.



## *2. Introducerea datelor inițiale pentru măsurare*

Pentru începerea măsurătorilor, într-un punct de stație se vor introduce cu ajutorul tastelor INP și ENT următoarele date:

- înălțimea aparatului în stație;
- constanta adiacentă a prisme;
- temperatura aerului; presiunea aerului; scara 1000000, care reprezintă de fapt raportul dintre distanța calculată din coordonate și distanța măsurată în teren între aceleași puncte;
- constanta PPM (-5000, 5000).

## *3. Moduri de măsurare.*

Pentru executarea măsurătorilor în teren aparatul dispune de următoarele programe:

### *Programul MĂSURARE*

- Realizează măsurarea următoarelor elemente liniare și unghiulare din teren: distanța înclinată între aparat și prismă; unghiul orizontal sau orientarea; unghiul vertical.
- Realizează calculul direct pe teren a următoarelor elemente: distanța redusă la orizont; coordonatele relative ( $\Delta X$  și  $\Delta Y$ ) și diferența de nivel ( $\Delta Z$ ) dintre aparat și punctul vizat.

### *Programul COORDONATE*

Acest program dă posibilitatea executării drumurilor tahimetrice sprijinite sau în circuit închis, pornindu-se de la punctele staționate de coordonate cunoscute și calculându-se direct în teren coordonatele punctelor de drumuire și a celor radiate. De asemenea, prin definirea punctelor unui contur măsurat, se calculează direct suprafața conturului considerat.

### *Programul SPECIAL*

Cu ajutorul acestui program se realizează lucrări de topografie inginerească: trasări de aliniamente, unghiuri, pante, racordări de aliniamente, taluze, suprafețe de secțiuni transversale etc.

### *Programul RECTIFICĂRI / SETARE*

Acest program dă posibilitatea operatorului să aleagă unitățile de măsură folosite pentru măsurătorile din teren. De asemenea, se pot verifica, cu acest program, parametrii de funcționare ai aparatului Rec Elta 13C.

### *Programul TRANSFER DATE*

Acest program realizează transferul reciproc de date dintre aparat și un PC, imprimantă, modem, bandă magnetică etc.

### *Program EDITOR*

Cu acest program se efectuează modificarea și completarea înregistrărilor realizate în teren.

### *Program DOS – PC*

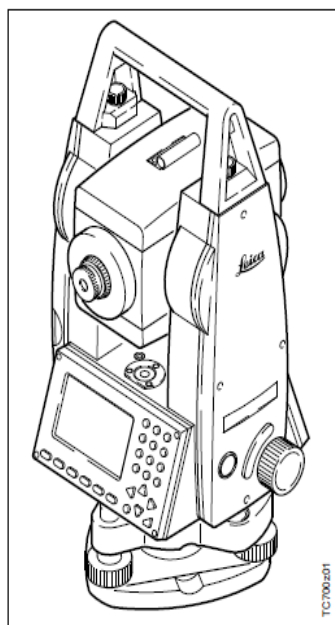
Existența acestui program îi dă posibilitatea operatorului topograf să utilizeze programele și datele aflate în memoria exterioară a aparatului de pe cartela magnetică PCMCIA.

## Utilizarea stației totale Leica TCR seria 300/400/700

Stația totală TC(R)303/305/307 de la Leica Geosystems este un aparat de înaltă calitate destinat lucrărilor din construcții. Tehnologia avansată folosită permite ca munca de măsurare să fie mai ușoară.

Aparatul este ideal pentru radieri simple în construcții și în trasări.

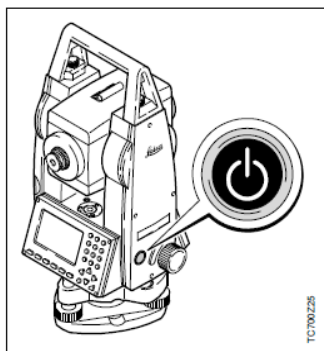
Manipularea aparatului se învață ușor, fără probleme, în timp scurt.



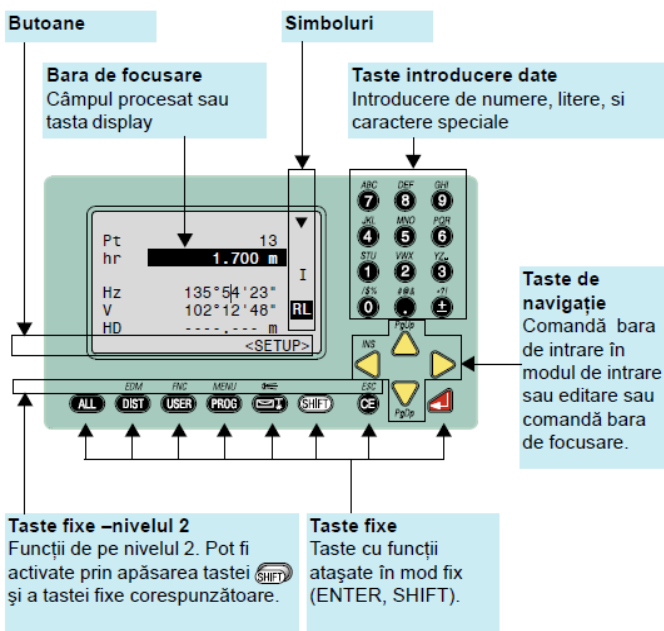
- Masurare fara reflector EDM
- Display mare, taste alfanumerice
- Surub fara sfarsit
- Centrare cu laser
- Compensator pe doua axa
- Suport baterii
- Constructie usoara, supla
- Software si memorie date incorporate y

## Panoul de comandă al instrumentului

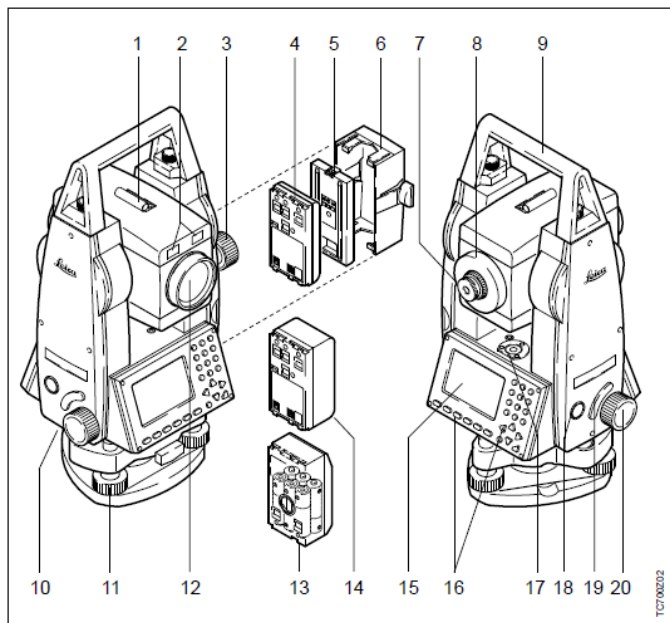
Tasta On/Off key este plasată pe partea laterală a aparatului pentru a evita oprirea nedorită a aparatului.



☞ Toate cramele prezentate sunt exemple. E posibil ca, funcție de versiunea de soft, să apară diferențe.



## Elementele componente ale stației totale Leica TCR



- 1 Vizor
- 2 Laseri de ghidare
- 3 Șurub de mișcare verticală
- 4 Baterie
- 5 Suport pentru bateria GEB111
- 6 Suporturi de baterii pentru GEB111/ GEB121/GAD39
- 7 Ocular; focusarea reticulului
- 8 Focusarea imaginii
- 9 Mâner detașabil cu șuruburi de montare
- 10 Interfață serie RS232
- 11 Șuruburi de calare
- 12 Obiectiv cu dispozitiv de măsurat distanța încorporat (EDM); leșire fascicol
- 13 Adaptor bateriei GAD39 pentru 6 celule (optional)
- 14 Baterie GEB121 (optional)
- 15 Display (Ecran)
- 16 Tastatură
- 17 Nivelă circulară
- 18 Tasta Pornit/Oprit (On/Off)
- 19 Tastă de declanșare
- 20 Șurub de mișcare orizontală

## Funcțiile tastelor de pe panoul de comandă

### Taste fixe

- Măsurarea de distanțe și unghiuri.
- Măsurarea de distanțe și unghiuri; afișarea valorilor măsurate fără înregistrare.
- Tastă programabilă cu funcții din meniul FNC.
- Apelarea programelor de aplicații.
- Comutarea on/off a nivelei electronice. Simultan este activat laserul de centrare.
- Comutarea pe nivelul 2 (EDM, FNC, MENU, iluminare, ESC) sau comutarea între caractere numerice și alfanumerice
- Ștergere caracter/câmp; oprire măsurare distanță.
- Confirmare; continuare pe câmpul următor.

### Combi-nații de taste

- + Acces la funcțiile pentru măsurarea distanței și la corecțiile de distanță (ppm).
- + Acces rapid la funcțiile legate de măsurători.
- + Acces la gestionarea datelor, configurarea aparatului și corecții.
- + Comutarea on/off a iluminării și încălzirii ecranului (dacă temperatura aparatului este mai mică de 5°C).

→ +

Încheie un dialog sau o editare cu păstrarea valorii anterioare. Reveni pe nivelul imediat superior superior

→ +

"Page up" = afișarea ecranului precedent a unui dialog ce se desfășoară pe mai multe ecrane.

→ +

"Page down" = afișarea ecranului următor a unui dialog ce se desfășoară pe mai multe ecrane.

### Taste de navigare



Tastele de navigare pot face în funcție de contextul în care sunt utilizate:

- Controlul focusării
- Controlul cursorului
- Schimbare pagina afișaj
- Selectarea și confirmarea parametrilor

### Taste de introducere date

- 0-9 Introducere numere și litere / caractere speciale.
- . Introducere punct zecimal și caractere speciale.
- +/- Schimbare între semnele pozitiv / negativ; Introducere caractere speciale.

Când o tastă de date este apăsată, este chemat numărul corespunzător. În modul de introducere date alfanumerice, fiecare tastă este utilizată pentru introducerea a 3 litere și o cifră. Dacă o tastă este apăsată rapid și repetat, este chemat caracterul următor (literă, caracter special, număr). Dacă tastă nu este apăsată din nou timp de circa 1 secundă, se consideră caracterul introdus.

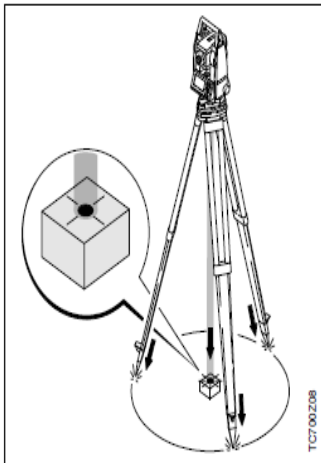


Funcția exactă a acestor taste se explică mai în detaliu în continuare, în *Manualul de Utilizare*.

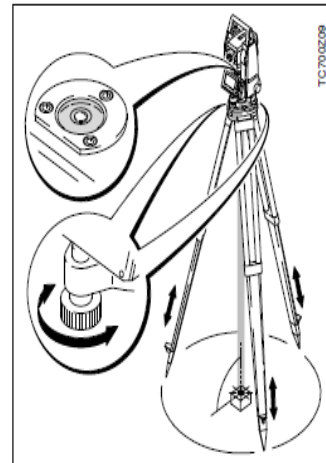
## Punerea în stație a stației totale Leica cu ajutorul fascicului laser



1. Se așează aparatul pe capul trepedului. Se strânge ușor șurubul central.
2. Se rotesc șuruburile de calare în poziția medie.
3. Se aprinde laserul de centrare cu tasta . Pe ecran apare nivela electronică.



4. Se reglează picioarele trepedului, astfel ca raza laser să cadă pe reperul de la sol.
5. Se fixează picioarele trepedului.
6. Se rotesc șuruburile de calare până laserul cade exact pe reper.

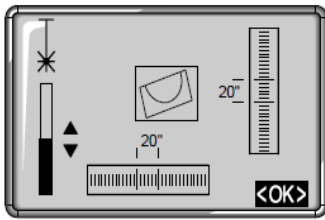


7. Se mișcă picioarele trepedului până se centerază nivela circulară, cum aparatul este aproximativ orizontalizat.

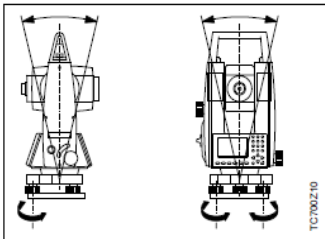
## Calarea de precizie a stației totale



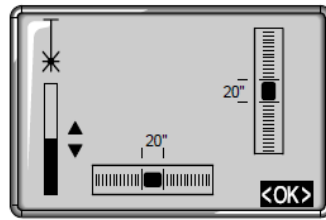
1. Se cuplează nivela electronică cu tasta . În cazul unei orizontalizări insuficiente apare simbolul unei nivele înclinate.



2. Prin rotirea șuruburilor de calare se centrează nivela electronică.



Daca nivela electronică este centrată, atunci aparatul este orizontalizat.

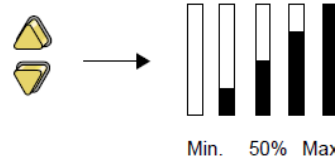


3. Se verifică centrarea cu laser și se reface, dacă este cazul.

4. Se decuplează nivela electronică și laserul de centrare cu tasta sau tasta .

### Modificarea intensității laserului

Condițiile exterioare și starea suprafeței pot impune modificarea intensității laserului. Aceasta poate fi modificată în trepte de 25%.

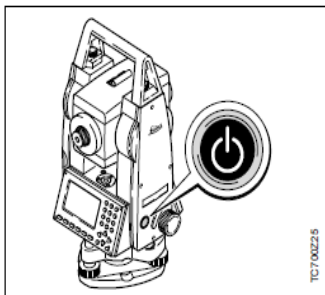


5. Cu butonul <OK> se fixează intensitatea laserului și se încheie funcția.

Laserul de centrare și nivela electronică se activează simultan cu tasta .

## Modul de măsurare cu stația totală Leica TCR

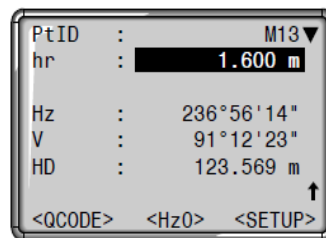
După pomire și instalarea în mod corect, stația totală e imediat gata de măsurare.



În ecranul de măsurare e posibilă apelarea tuturor funcțiilor din FNC, EDM, PROG, MENU, LIGHT, LEVEL și LASER-PLUMMET.

All shown displays are examples. It is possible that local software versions are different to the basic version.

### Exemplu de ecrane posibile la măsurare:



#### Ecrane

▼ Arată că există mai multe ecrane cu date suplimentare (ex.: dH, SD, E, N, H, ...)

: Se schimbă ecranul.

<Hz0> Orientarea Hz e adusă pe 0°00'00" / 0 gon.

Unghiurile sunt afișate permanent. În momentul apăsării tastei se declanșează măsurarea distanței. Valorile unghiurilor și distanței sunt înregistrate în memoria internă sau descărcate pe interfața serială.

Se declanșează măsurarea distanței și afișarea acesteia. Unghiurile sunt afișate independent de măsurarea distanței. Distanța afișată rămâne valabilă până este înlocuită de o nouă măsurare de distanță.

## Modul de înregistrare a datelor măsurate cu stația totală Leica TCR

## 2 Shortcut la functia "REC".

Cu "REC" datele măsurate în acel moment sunt înregistrate în memoria internă sau transferate pe interfața serială.

Prin activarea funcției "REC" au loc următoarele acțiuni:

- Înregistrarea blocului măsurat.
- Incrementarea numărului punctului curent.

## 3 Shortcut la functia "LASER-POINTER".

Comuta pe activat/dezactivat raza laser vizibila pentru iluminarea punctului vizat. Noua setare este afisata pentru circa o secunda si apoi este activa.

## 4 Shortcut la functia "TRACKING".



Comuta modul de masurare "tracking" intre deschis/inchis. Noua setare este afisata pentru circa o secunda si apoi setata. Functia poate fi activata doar in acelasi tip EDM si prisma.

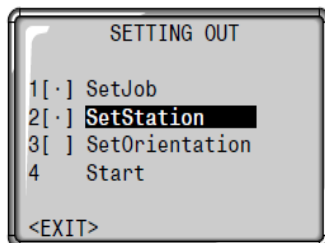
Urmatoarele optiuni sunt disponibile:

EDM Type	Masuratori in mod "Tracking" (continuu): Oprit <=> Pomit
IR	IR-Precizie <=> IR_Continuu IR-Rapid <=> IR_Continuu
RL	RL-Fara prisma <=> RL-Continuu


Ultimul mod de masurare activ ramane setat cand instrumentul este oprit.

Programele inițiale conțin un set de funcții auxiliare destinate definirii stației și gestionării datelor. Operatorul poate selecta în mod individual programele inițiale.


 Se apelează meniul de programe și se execută cu .




Semnul "." arată că s-a fixat deja un job și că ultima stație/orientare înregistrată pentru acest job corespunde cu actuala stație/orientare.


 Shortcut la programul de pornire apasand tasta corespunzatoare

sau

 Selectare sau trecere peste programul de pornire. Selectarea este marcata cu o bara neagra.

 Executa programul de pornire marcat.

<EXIT> Încheie programul inițial și revine în meniul de programe sau selectează o altă aplicație.

 Mai multe informatii despre programele initiale în paginile urmatoare !

### Mesaje de eroare:

#### "SET A JOB FIRST" "NO JOB IN SYSTEM"

- Nu s-a definit nici un job valid.
- > Se execută funcția "SET JOB" și se selectează un job valid sau se crează unul nou.

#### "SET A STATION FIRST" "NO STATION IN SYSTEM"

- Nu s-a definit nici o stație validă în cadrul job-ului.
- > Se execută funcția "SET STATION" și se definește o stație validă.


#### "SET ORIENTATION FIRST" "NO ORIENTATION IN SYSTEM"

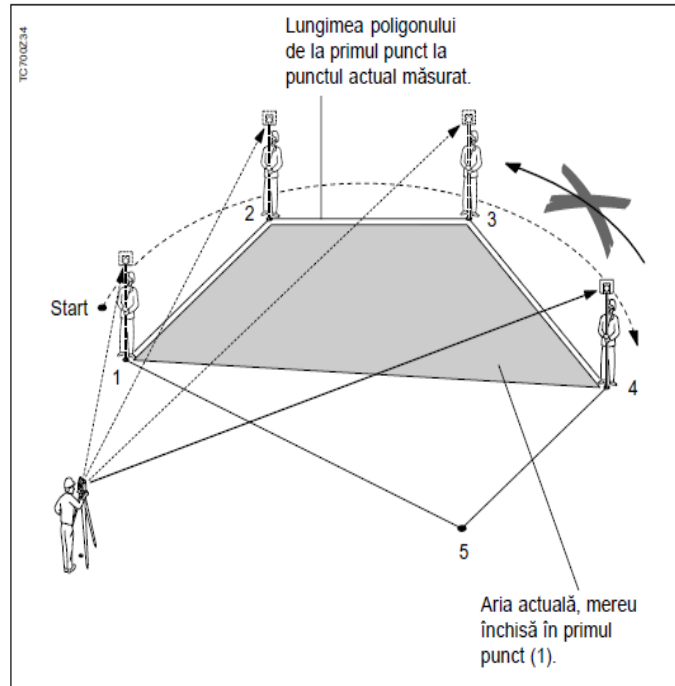
- Nu s-a definit orientarea.
- > Se execută funcția "SET ORIENTATION" și se verifică dacă job-ul și stația sunt corect alese.

## Aplicații ale meniurilor de măsurare a stației totale Leica TCR

În aplicația Arii (plane) se calculează online arii definite de un număr nedefinit de puncte unite prin linii drepte.

După măsurarea a 3 puncte aria se calculează și se afișează online. Cu butonul <RESULT> se afișează numărul de puncte măsurate, aria calculată și perimetrul poligonului închis (ex.: linia: 1-2-3-4-1).

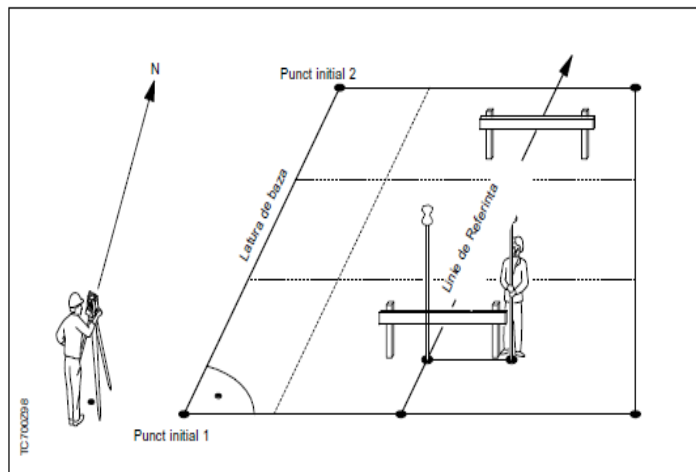
 Punctele pot fi măsurate în orice poziție a telescopului. Poziția telescopului se poate schimba între puncte. O distanță trebuie măsurată întotdeauna.





Programul ușurează mult trasarea sau verificarea axelor la construcții, profile la drumuri, săpături simple, etc. O linie de referință poate fi definită față de o latură cunoscută, de ex. Definită față de o linie de hotăr existentă. Linia de referință poate fi deplasată de-a lungul sau paralel la linia de baza, sau poate fi rotită în jurul primului punct dacă este necesar.

Linia de baza este dată de două puncte de baza. Punctele de baza se pot defini în trei moduri:

- Punct măsurat
- Introducere coordonate de la tastatură
- Selectare punct din memorie.



**Definirea punctelor de baza:**

- a) Introducem număr punct și măsurăm punctul utilizând  sau  / REC.

Măsurătorile geodezice prin undă, reprezintă o nouă ramură a științei măsurătorilor terestre, care se bazează pe folosirea fenomenelor electromagnetice ondulatorii, din domeniul microundelor radar și a undelor de lumină.

Radiațiile din domeniul spectrului undelor electromagnetice constituie mijlocul purtător al informației de măsurare a distanțelor terestre sau cosmice, a direcțiilor orizontale sau verticale, a diferențelor de nivel, dintre punctul de staționare, care reprezintă sursa emițătoare a semnalului și punctele de detaliu definite prin amplasarea reflectorilor de undă electromagnetice.

Valorile mărimilor căutate rezultă prin intermediul timpilor de propagare necesari semnalelor de măsurare să parcurgă spațiul dintre capetele distanței ce urmează a fi măsurată.

Prin dezvoltarea domeniului electronicii aplicate la realizarea instrumentelor topografice cu unde electromagnetice, a făcut posibilă crearea de aparate electronice de măsurat care permit determinarea elementelor necesare cu precizii milimetrice sau submilimetrice în rezoluția distanțelor, mărimilor liniare și a preciziilor subsecundare (zecimi, sutimi și miimi de secundă) în cazul mărimilor unghiulare.

Folosindu-se proprietățile microundelor radar din domeniul centimetric și milimetric precum și a radiațiilor luminoase din domeniul vizibil și invizibil al spectrului undelor electromagnetice, s-au dezvoltat noi tehnologii optico-electronice pentru măsurători de distanțe și unghiulare cu mare rapiditate și precizie care să satisfacă cerințele impuse de lucrările cu caracter topografic, topografic-ingineresc și geodezic.

Această dezvoltare continuă a tehnologiilor optico-electronice de măsurare a distanțelor și valorilor unghiulare, conduce astăzi la formarea și dezvoltarea unor noi concepte în modul de construcție, exploatare și interpretare a rețelelor geodezice cu aplicabilitate dintre cele mai variate scopuri și particularități:

- crearea rețelelor de trilateratie – prin realizarea exclusivă a măsurătorilor liniare și determinarea poziției punctelor pe suprafața terestră în anumite sisteme de referință pe baza măsurătorilor de distanțe;
- crearea și exploatarea în timp a rețelelor cu caracter ingineresc, cu aplicabilitate directă la studiul comportării în timp a construcțiilor, posibilitatea urmăririi, măsurării și interpretării rezultatelor în diverse moduri;
- crearea rețelelor de triangulație – prin realizarea măsurătorilor unghiulare și îndeșirea succesivă a rețelelor de ordin superior.

Aplicabilitatea tehnicilor și măsurătorilor electronice prin unde se întâlnesc într-o gamă foarte mare de domenii, noile tehnologii răspunzând cerințelor impuse de calitate și preciziei conferite măsurătorilor efectuate după cum urmează:

- realizarea de măsurători în condiții de laborator și cu caracter industrial: poziționare axe turbine, determinarea deformațiilor unor piese componente a utilajelor de exploatare;
- montarea liniilor tehnologice moderne de înaltă precizie;
- construcția și urmărirea centralelor nucleare;
- montarea agregatelor termoelectrice și hidroenergetice de mare putere;
- studii asupra alunecărilor de teren și deplasărilor tectonice ale scoarței terestre;
- cercetări geodezice asupra formei și dimensiunilor Pământului.

Instrumentele care folosesc în determinarea valorilor căutate undele electromagnetice, poartă denumirea de tahimetre electrooptice sau tahimetre electronice.

Dezvoltarea continuă a tehnologiei privind construcția și funcționarea acestor instrumente a făcut ca tahimetrele electronice să reprezinte astăzi instrumentele geodezice cele mai des folosite în practica curentă.

Evoluția acestora, în special a părții electronice, a condus în timp la utilizarea denumirii de *stație totală*, care pe lângă funcția de măsurare a elementelor caracteristice (distanțe, direcții orizontale, unghiuri verticale, diferențe de nivel), oferă o serie de caracteristici care au definit-o sub conceptul de stație totală, și anume:

- oferă o serie de controale și calcule realizabile direct pe teren (avertizarea automată atunci când instrumentul se decalează, prelucrarea și afișarea coordonatelor punctelor supuse ridicării topografice, prelucrarea automată a măsurătorilor și oferirea unor mărimi determinate în mod indirect);
- stocarea automată a datelor măsurate în memoria internă proprie a instrumentului;
- transferul automat al inventarului de date în unitățile periferice (calculatoare) de prelucrare;
- dotarea cu diferite programe de calcul specifice unor tipuri de lucrări din domeniul topografiei, topografiei ingineresti;

- prelucrarea automată a datelor măsurate și afișarea valorilor cele mai probabile a mărimilor căutate cât și mărimea erorilor maxime admisibile în determinările realizate;
- transformarea și afișarea datelor prelucrate în format grafic (CAD) prin poziționarea și reprezentarea într-un sistem de proiecție a punctelor ce definesc detaliile din teren.

Un instrument tip stație totală, este din punct de vedere constructiv, identic cu un teodolit clasic, pe suprastructura s-a fiind încorporată unitatea electronică cu emițătorul de unde electromagnetice, și este alcătuit din:

- *Infrastructura* – partea fixă a instrumentului:

- ambaza – care permite fixarea pe trepied;
- șuruburi de ajustare a nivelei sferice și nivelei torice;
- clema de fixare în ambaza a instrumentului;
- nivela sferică.

*Suprastructura* – partea mobilă a instrumentului care se poate roti în jurul axei principale (verticale) a instrumentului:

- conectorul interfaței electronice;
- panoul de comandă al instrumentului – partea electronică constituită din tastatură cu funcții numerice și alfanumire și display-ul (ecranul) de vizualizare a elementelor măsurate;
- nivela torică a instrumentului;
- șurub pentru mișcarea fină pe orizontală și verticală;
- șurub pentru blocarea mișcării pe orizontală și verticală a instrumentului;
- marcajul ce indică punctul central de intersecție al axelor – verticală cu cea orizontală;
- luneta stației totale.

Procedeu de lucru cu tahimetrul electronic impune realizarea și urmarea următorului procedeu de lucru:

- conectarea bateriei la aparat;
- centrarea instrumentului pe punctul de stație;
- calarea grosieră cu nivela sferică și calarea fină a aparatului cu ajutorul nivelei torice;
- măsurarea înălțimii instrumentului în punctul de stație;
- punerea în funcțiune a tahimetrului electronic prin comutarea tastei ON.

Un echipament complet al unui tahimetru electronic se compune din următoarele elemente:

- stația totală propriu-zisă;
- reflectorul (sistemul de prisme) – dispozitivul care se amplasează în punctul ce se dorește a fi determinat și are rolul de a întoarce (reflecta) undele electromagnetice în unitatea emitentă;
- trepiedul;
- bastoane gradate culisabile – permite montarea prisme la înălțimea dorită.

Tahimetrele electronice permit rezolvarea unor game foarte diverse de aplicații topografice. În cazul urmăririi și măsurării în timp a comportării unei construcții, stațiile totale rezolvă cu precizii ridicate problemele legate de crearea și verificarea periodică a variației și deplasărilor verticale și orizontale a punctelor de staționare care definesc rețeaua de sprijin a obiectivului supus observării. Caracteristicile principale ale tahimetrelor electronice se pot rezuma după cum urmează în tabelul 4.1:

*Tabel 4.1 – Caracteristici tahimetre (teodolite) electronice*

CARACTERISTICI TAHIMETRE ELECTRONICE	SERIA ELTA ZEISS JENA	SERIA GTS TOPCON	SERIA TCR LEICA
--	--------------------------	---------------------	--------------------

Precizia de măsurare a distanței	2 – 5 mm ± 2 ppm	2-3 mm ± 2 ppm	2 – 3 mm ± 2 ppm
Precizia de măsurare a direcțiilor	3 – 5 <sup>cc</sup>	5-15 <sup>cc</sup>	2 – 10 <sup>cc</sup>
Domeniul de măsurare	până la 2,5 km	până la 3,2 km	până la 5,5 km
Puterea de rezoluție a lunetei	30-32x	26-30x	30-35x
Distanța minimă de vizare	1,20 m	0,90 m	1,20m
Durata unei măsurători	2 – 5 sec	2 - 3 sec	3 – 5 sec
Intervalul de temperatură	- 20 + 50°C	- 20 - + 50°C	- 20 - + 50°C
Greutate stație totală	3,6 – 6,8 kg	4,9 – 6,9 kg	5,6 – 6,2 kg



a.



b.



c.

Figura 4.10 – Tipuri de tahimetre electronice  
 a-Trimble 3300; b-Elta 13C; c-Leica TCR 307