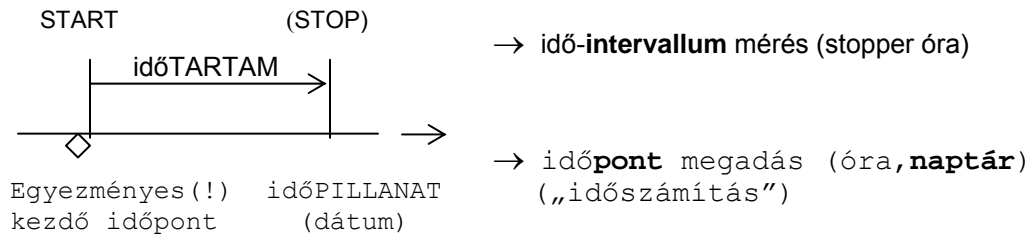


[s] kronométer *kontra* GPS (Global Positioning System)

„Az idő a mozgás száma a korábbi és későbbi értelmében”¹ (Arisztotelész)

Az idő minden mértékrendszerben **alapp** mennyiség, SI egysége a *szekundum* [s].

Az idő a mozgás (változás) egyik tulajdonsága. Periodikus változás (konkrét, szabályosan ismétlődő mozgás) alapján alakítjuk ki az egységet. Az időegység megadása mellett az idő múlását is regisztrálni kell. Ehhez meg kell adni egy kezdő időpontot, ami lehet tetszőleges (START), vagy egyezményesen rögzített (napi időadathoz: éjfé1, éves adatokhoz: jan.1, az évek számlálásához: az időszámítás kezdete). Mindkét esetben (idő)tartam mérése vezet a végeredményhez, ami maga az intervallum vagy az időpillanat: a dátum adat. (Ahogyan hosszúság mérésnél: a távolság vagy a hely.)



Az idő mérésére nincs külön érzékszervünk (→ ritmusérzék?, biológiai óra?; néha „repül az idő”, máskor „szinte megáll”), mindenesetre a szívdobbanások üteme az SI egységhez közeli érték.

A régi kultúrnépek csillagászaik alapfeladata volt a naptárkészítés (ünnepek), az év hosszának megállapítása. A nehézséget az okozza, hogy a napév (amíg a Föld egyszer körüljárja a Napot) nem egész számú nappól áll. (Ma: Gergely-naptár, szökőnapok; de pl. Húsvét a régi holdév szerinti: a tavaszi holdtölte utáni első vasárnap, ezért változik időpontja évről évre.) Napi életünkben az óra igazít el (ami nemcsak időtartam, hanem a mérőeszköz neve is), ez talán a legfontosabb (?) emberi találmány.

A középkorban a tengeri navigáció volt a technikai fejlesztések motorja („navigare necesse est” = hajózni kell).

Az Egyenlítőtől északra és délre elhelyezkedő szélességi fokokat a Nap delelési magasságának (szögének) mérésével elég pontosan meg tudták határozni (→ szextáns). A keleti vagy nyugati hosszúsági fok (a délkör) megadásához viszont egy ismert földrajzi hely (referencia-helyzet, a hosszúság 0 foka) és egy **pontos óra** (hajó-kronométer) kellett: a Nap 1 óra alatt 15 (= 360/24) fokot halad, így időkülönbségből lehet délkör-helyet megadni. A greenwichi délkör lett a referencia, kronométerrel² a „helyi délidő” időpontját a „greenwichi idővel” összevetve adódott az aktuális hosszúsági fok.



¹ És hozzáteszi: ehhez kapcsolódóan létezik egy, a tudatban rejlő – a lezajlott folyamatot megőrző és a folytatást váró – „számláló lélek” is. Vagyis az ember az, aki megérti az időt.

Aztán a mechanikus órák a XV. sz.-ban elindítják az idő tervezését az **iskolai órarendek** formájában, ami kiterjed a XIX. sz.-ban a vasút, majd a gyárilpar megjelenésével. (Ekkor gyakran hasonlítják az államot a pontosan működő óraszerkezethez.) Ma már „az idő pénz”. A mindennap használható idő rendszeresen hallható a rádióban (a „pontos időjelzés” az etalon), a törvényes idő (az időzóna /1 óra = 15° széles zóna/ és a téli-nyári időszámítás miatt) egész számú órával van eltolva az egyes országokban.

² Az angol parlament kezdeményezte az órafejlesztést (1736: J. Harrison kronométere kb. 1 percet tévedett 156 nap alatt); talán ez az óra tette Angliát a tengerek urává.

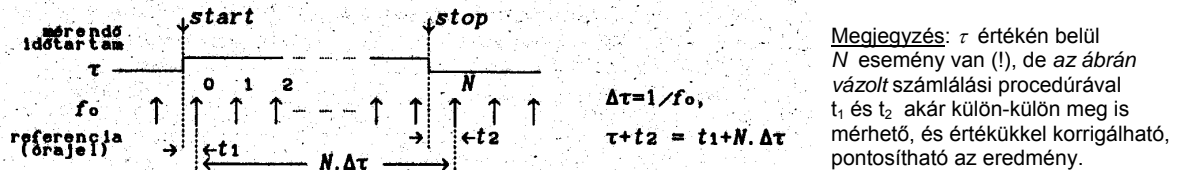
A légi navigáció új megoldásokat igényelt, ilyen volt pl. a rádiós iránymérés, amely már átvezet az űrtechnika termékéhez: a mai korszerű, általánosan használt műholdas GPS (globális helymeghatározó rendszer) technikához.

A GPS csúcstechnológia, de az alapelv egyszerű: időmérésre alapozott távolság-meghatározás (konstans [fénysebességű] a rádiójel terjedése), majd ebből geodéziai módszerekkel (→ három gömb metszése) földfelszíni pozíció-megadás.

Kulcskérdés az óra: az időmérés pontossága (→ atomóra a műholdon). És egy trükk az olcsó vevőkészülék előállításához: ugyan három „pontos” mérés jelöl ki egy pontot a térben, de ezt négy „nem teljesen tökéletes” is megteszi (→ min. négy műholdat kell látnia a GPS vevőnek).

A technikai időmérések többsége tartam (intervallum) meghatározás: egy kezdő (START) eseménytől kezdve egyszerűen megszámláljuk³ az egyenletes időközönként fellépő, ún. referencia(óra)-jel beütéseket (eseményeket), egészen a lezáró (STOP) eseményig.

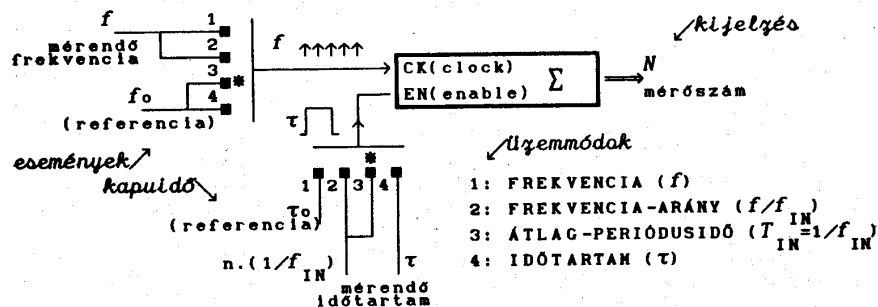
Más szóval: az ismeretlen, mérendő τ időtartammal megegyező kapujellel engedélyezzük egy elektronikus számlálónak az – intervallum alatt $\Delta\tau$ egység-időközönként, azaz $f_0 (= 1/\Delta\tau)$ referencia-gyakorisággal fellépő – órajel lezámolását. Az órajel-generátor (oszillátor) f_0 frekvenciája akkor nagy stabilitású és pontosságú, ha „szabadon fut”, azaz nincs szinkron kapcsolatban az indító (START) eseménnyel, így $0 < t_i < \Delta\tau$ ($i = 1,2$) időhibák lépnek fel:



A metrikai egyenlet: $\tau + (t_2 - t_1) = N \cdot \Delta\tau$, ahol N a mérőszám, $\Delta\tau$ a mértékegység. A hiba értéke: $(t_2 - t_1)$, nagysága tehát a ± 1 tartományban lehet ($\Delta\tau$ egységben mérve), eloszlása pedig két független, egyenletes eloszlás összege – ami háromszög (Simpson) eloszlás.

Az eljárás közvetlenül alkalmas periódusidő ($\tau = T_{IN} = 1/f$) mérésére. És nem nehéz belátni, hogy frekvencia ($= f$ értékű esemény-gyakoriság) is mérhető esemény-kapuzással, hiszen – definíció szerint – a frekvencia időegységre eső periódus-szám (azaz ismert, $\tau = \tau_0$ kapuidő alatt fellépő ismeretlen f gyakoriságú eseményeket kell számlálni).

Az elektronikus számláló (Σ) a „joker”: üzemmódtól függően választandó a kapuidő (τ) és a számlált esemény-gyakoriság (f). A mérőszám: $N \approx f \cdot \tau$ (eltekintve az időhibáktól).



Megjegyzendő, hogy itt az „egység reciprokával való szorzás” (ÉS-kapcsolat: kapuzás) révén realizálódik a „mérőszám előállításához szükséges osztás” (ARÁNYképzés).

Kérdés: az egyes üzemmódokban mennyi az egység értéke?

Nem meglepő ezek után, hogy igen sok szenzor (mérő-átalakító) a mérendővel arányos időtartamot (τ) vagy frekvenciát (f) állít elő!

³ A gyakorlatilag megvalósított számlálás a legegyszerűbb mérés. (A számlálás a mérés paradigmája.)