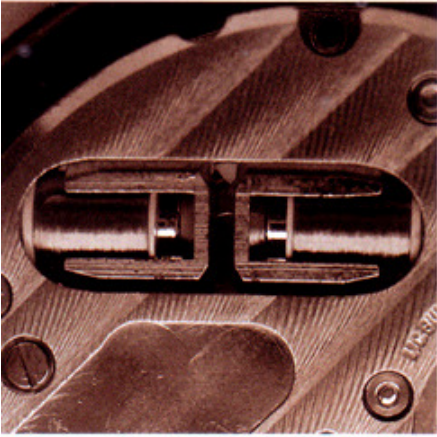


Más ez a hang



Azon értők többsége, akik tudnak a hangvillás karórakról, szinte vágják is rá, hogy Max Hetzel svájci mérnök találta fel, és fejlesztette a Bulovánál, majd ismét Svájcban. Ez részben igaz, de a történet 90–100 évvel korábban kezdődött Párizsban.

Ki találta fel a hangvillás órát?

Egy ismerős név: Louis-François-Clement Breguet, a zseniális Abraham-Louis Breguet unokája, és egy, az óraparban szakmai hírnevet nem igazán szerzett úr, Niaudet „A hangvilla alkalmazása az időmérésben” címmel szabadalmi kérelmet nyújt be 1866. október 26-án Párizsban.

Niaudet ugyanebben az évben, december 10-én bemutatja három számlapos óráját. Erről képet nem találtam, viszont a német Wikipédia (<http://de.wikipedia.org/wiki/Accutron>) és egy holland szakember, J. E. Bosschieter (<http://www.electric-clocks.nl/clocks/en/index.htm>) révén egy, a szabadalom alapján épített Breguet óra képét meglettam. Nem tudni hány darab készült, de egy példány a La Chaux-de-Fondsban található Nemzetközi Órapari Múzeumban látható. **(1. kép)**

Ez az asztali óra műszaki szempontból azért különösen szép és érdekes darab, mert a hangvilla gerjesztése mechanikus – ez egy mechanikus óra. **(2. kép)**

Azért érdekes ez a mechanikus óra, mert a Breguet-unoka Lyonban elektromos órákat telepített.

Tény, hogy ez az óra, ez a szabadalom évtizedekig nem volt lényeges hatással az időmérés fejlődésére, annak ellenére, hogy 100 Hz-es frekvenciája miatt a maga korában meglehetősen pontos óra lehetett.

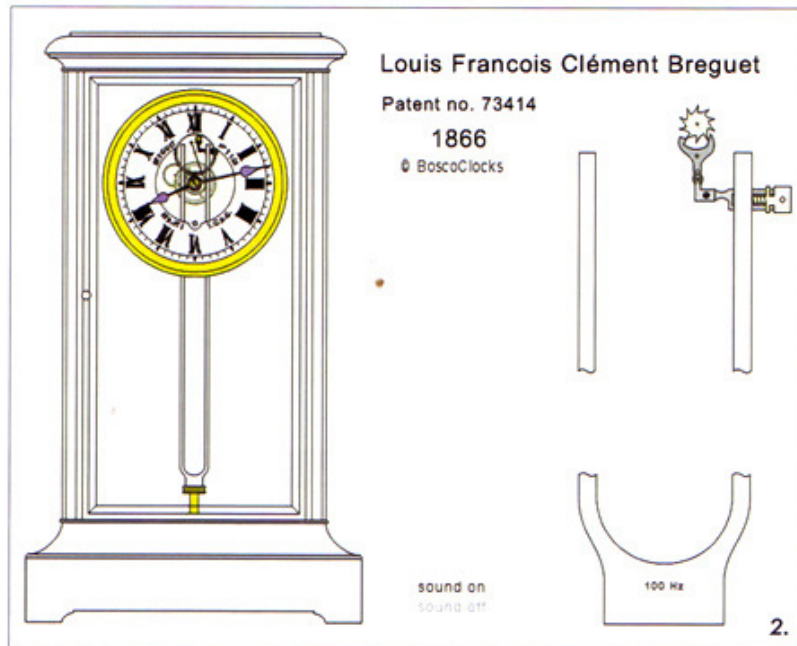
A következő évtizedekben párhuzamosan fejlődött a mechanikus óra, elkészült szobaméretben a kvarcóra, kutatták az elektromosságot és vezető tudománnyá vált az atomfizika, de a hangvillát a koncerttermeken, zeneiskolákon és fizikai laboratóriumokon kívül nem használták.

Ez azonban nem maradt így, mert 1921-ben Baselben megszületik Max Hetzel. Iskoláit ugyanitt végzi, 1940-ben megkezdte tanulmányait a zürichi egyetemen, majd katonai szolgálata során rádiótávíró szakemberré lesz. Leszerelése után már a zürichi Szövetségi Műszaki Egyetemen tanul és 1945-ben villamosmérnöki diplomát szerez. 1946-ban első munkahelyén megalkotja első szabadalmát a telekommunikáció területén. 1947-től 1950-ig kutatómérnök korábbi egyetemén és szférikus tükróptikát alkotott nagyméretű vetítésekhez. 1950-ben érkezik legnagyobb sikerei helyszínéhez: a Bulova óragyártó cég bieli részlegénél fejlesztőmérnök. Egyik fő feladata a hagyományos óragyártás automatizálása, emellett kifejlesztette a hangvillás karórát. Mi is kellett ahhoz, hogy ez a nagyszerű elme, aki bármihez nyúlt, azt kreatívan tette, megalkothassa a hangvillás órát, ami elfér egy karóratokban?

Még egy lépéssel közelebb...

Minden harmonikus lengő mozgást végző, rezgő test – jelen esetben a hangvilla – amplitudója annak belső súrlódása miatt csillapodik. A XIX. századi hangvillás órában is vissza kellett pótolni a csillapodással elvesztett energiát, a hangvilla rezgését kívülről gerjeszteni kellett. Mivel Hetzel nagy tapasztalattal rendelkezett az elektromosság terén, szinte magától értetődő volt számára, hogy a külső gerjesztés elektromos/elektromágneses legyen. Hordozható óra esetén ehhez megfelelően kis méretű áramforrás kell.

Tegyük egy kitérőt az elektromos telepek fejlődéséhez. 1771-ben Luigi Galvani nedves anyagba helyezett két



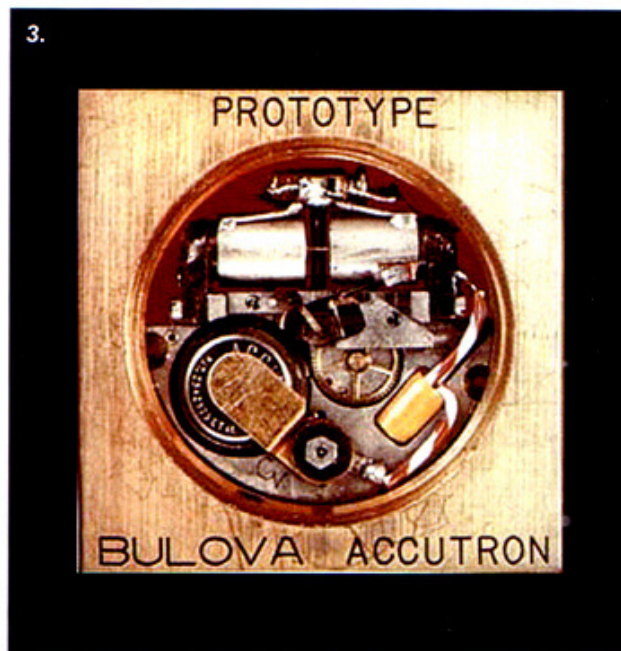
különböző fémdarabból áramforrást készített. 1800-ban Alessandro Volta megalkotta az első cellát és telepet, 1865-ben Georges Leclanchés feltalálta a szárazelemet, így az áramforrás többé nem volt helyhez kötött. 1940-ben Samuel Rubín megalkotta az első miniatürizált elemet. Rubín és a Mallory cég együttműködésével 1957-ben létrehozták az elektromos órában használható elemet. Tehát többé az áramforrás sem okozott gondot.

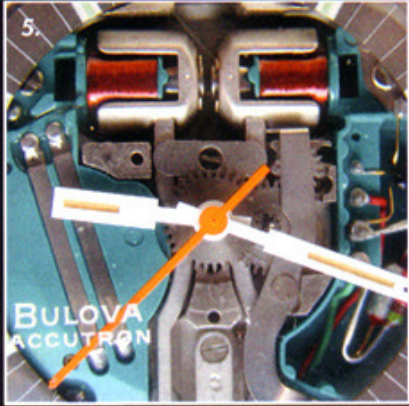
Az elektromosan gerjesztett hangvilla ötlete már megvan, előnye a magasabb frekvenciából adódó potenciálisan nagyobb pontosság csábító, de a szükség volt az anyagtudomány fejlődésére is, hogy a rezgő mozgást végző fém alkatrészek kifáradását kordában tartsa. Ez a jelenség sem új felfedezés, 1837 óta ismert. Elsősorban a közlekedés területén volt fontos: kezdetben a vasutak támogatták a kutatást, a második világháború során a Liberty osztályú csatahajók teste törtek ridegen, iszonyú katasztrófákat okozva. Később az első szuperszonikus utasszállítókat, a Cometeket érte baleset fáradás miatt. Felsorolhatatlanul sok kutató dolgozott a probléma megoldásán, akik mind említést érdemelnének, de az egyik legfontosabb eredmény Coffin és Manson elmélete a repedés terjedéssel kapcsolatban 1954-ben jött létre. Éppen időben ahhoz, hogy apparátust adjon a kisméretű magas frekvencián működő fém rezgőelemek tervezéséhez.

Prototípus és a biztató következő lépések

Megvoltak az alapok, megfelelő környezetbe került a kreatív ember és létrejött az első prototípus. (3. kép)

A Bulova cég nemcsak jó fejlesztési lehetőséget nyújtó műhely volt, de sikeres, az amerikai piacon otthon lévő iparvállalat is, így már a fejlesztés svájci szakaszában 1959-ig húsz szabadalmat jegyeztettek be a hangvillás órával kapcsolatban. Voltak tehát ott vezetők, akik megsejtették az újdonságban a siker lehetőségét. Azt is jól látták, hogy Hetzel a megfelelő ember a gyártás beindítására, ezért 1959-ben főfizikusnak nevezik ki New Yorkba, ahol 1963-ig párhuzamosan foglalkozhat a konstrukcióval, a szükséges, akkor különlegesnek számító anyagokkal, mint a hangvillák és a léptetőelemek alacsony széntartalmú nikkelötvözetű acéljával, a műanyag elemek anyagválasztásával és annak megtalálásával, hogy a léptetőelemek köveinek gyártóját megtalálja. A legendás, 1960-ban piacra került **214-es szerkezet** ($f = 300 \text{ Hz}$,





$D_m = 28,7$ mm, $H = 5,5$ mm, indexkerék fogszáma: 300) az ő keze nyomát viseli. (4–5. kép)

Itt azonban egy pillanatra hagyjuk el Max Hetzelt és nézzük meg, hogy az általa indított kultúrát hogyan vitték tovább amerikai kollégái William O. Bennett vezetésével. Őt további Bulova-szerkezet került piacra és vált nagy amerikai ipari legendává. Három közülük a 214-es folytatása, kettő pedig a női órák piacát megcélzó apró szerkezet. Nézzük meg őket a piacra kerülés éveinek sorrendjében!

1965 – Accutron 218 ($f = 360$ Hz, 15 köves, $D_m = 29,7$ mm, $H = 4,9$ mm, indexkerék fogszáma: 320). (6–7. kép)

A 214-es alapjaira épült. Magasabb rezgésszáma miatt csökkent a járáseltérése. A képen látható típusjelzés azt mutatja, hogy a három számjegyű kaliberkódhoz ragasztott negyedik szám utalt a kivitelre. Ez a 2182-es day-date kivitel, azaz dátum és hét napja kijelzés is van rajta.

1970 – Accutron 230 ($f = 480$ Hz, 13 köves, $D_m = 23,5$ mm, $H = 5,2$ mm, $f = 480$ Hz, indexkerék fogszáma: 240). (8–9. kép)

Teljesen új tekercskialakítású szerkezetcsalád. Werner Richard Baumgartner, Eric Walker és Hans Peter Kaufman munkája. Ismét megemelt rezgésszáma miatt csökkent járáseltérése. Kisebb mérete miatt már az akkori értelemben vett női órákba építhető volt.

1972 – Accutron 219 ($f = 360$ Hz, $D_m = 28,75$ mm, $H = 4,4$ mm, indexkerék fogszáma: 320). (10–11. kép)

A 214–218-as család tagja. Jellegzetessége, hogy csak egy tekercs tartja mozgásban a hangvillát. A birtokomban lévő példány képessége arra utal, hogy az aszimmetrikus felépítés nem rontott a 218-as szerkezet pontosságán.

1973 – Accutron 221 ($f = 440$ Hz, méretek = $19,4 \times 17,4$ mm, $H = 4$ mm, indexkerék fogszáma: 270). (12–13. kép)

Szellemes kialakítású női szerkezet, melyet Willam W. Mutter jegyez a szabadalmi bejelentésen. Az elemet a villa szárjai között helyezték el. Magasabb rezgésszáma miatt csökkenhetett járáseltérése, ez azonban nem nagyon derült ki számomra, mert én csak kétmutatós kivitelével talákoztam.

1973 – Accuquartz 224 ($f = 341 \frac{1}{3}$ Hz, $D_m = 29,7$ mm, $H = 4,9$ mm, indexkerék fogszáma: 320). (14–15. kép)

Ez a kaliber az út a kvarcszerkezetek felé. Tulajdonképpen ez egy 218-as, melyet kvarcoszcillátorral szabályoznak. Kedvencem ez a szerkezet, nemcsak azért, mert minden hangvillást leköröz pontosságban, de egyben egyike azon izgalmas határterületi megoldásoknak, amelyek a műszaki

fejlődés egy újabb fokához vezetnek. Egy közös és különleges műszaki megoldásra szeretném felhívni a figyelmet: a hangvilla felső végén lévő tekercsház befelé néző oldalán vékony füles-fogas tárcsák láthatóak – azok egyik, illetve másik irányba való elfordításával lehet a szerkezet frekvenciáját növelni, illetve csökkenteni, így pontosságát finoman beállítani.

Később, amikor Max Hetzel Svájcban az ESA és Omega kalibereket fejlesztette, többek között ezen a ponton változtatott.

Dicsfényben

A műszaki fejlesztés mellett a Bulova cég mindent megtett, hogy nagy siker és legenda legyen a hangvillás óra. Természetesen Amerikában a marketinghez nagyon értettek: megalkották a hangvillalogót, a pontosság (**Accuracy**) és az elektronika (**electronics**) szavak részeiből összehozták a remekül hangzó, jól ropogtatható Accutron nevet, amibe így belesűrítették a pontosság, a minőség és a modernitás képét, majd ezt klasszikusan remek és erőteljes reklámkampánnyal övezték. Azt, hogy egyes amerikai úrhajósok hazafiasságból, vagy más okból vittek-e csuklójukon Accutron az úrhajóba, már jótékony homály fedi.

Az amerikai óraipar utolsó nagy korszaka volt ez, és arra is rájöttek a vezetők, hogy a legjobb formatervezőkkel kell új formavilágot alkotni a vezető amerikai márkák hangvillás (Bulova) és elektromos (Hamilton) óráinak. (16–17. kép)

Érdekessége a Bulováknak, hogy a tokszámba egyszerűen belekódolták a gyártási évet, az évtizedet betűvel (M = 1960-as, N = 1970-es évtized), majd számjeggyel az év sorszámát.

Egy másik érdekes műszaki megoldás a Bulova (és a 60–80-as évekbeli szovjet (!) óragyártás) gyakran alkalmazott hátlapmegoldás. (18. kép)

Tipikusan a tömeggyártás terméke, de igen jó példa arra, hogy lehet valami nagyon praktikus azzal együtt is, hogy gazdaságosan gyártható. A hátlaplemezből mélyhúzott lépcsős darab, amelyen a fül a hátlapot a tokban pozicionálja és a hátlap elfordulását is megakadályozza. A menetes gyűrűvel, amelyen a bemarások a toknyitóval való ki- és becsavarást teszik lehetővé, úgy rögzíthető a hátlap, hogy az az alá betett tömítés nem gyűrődik össze. A mindennapi viseletre szánt, azaz nem bűvárórák számára ma is a legtökéletesebb megoldás lenne, ha az amerikai (és szovjet) óragyártás hanyatlásával feledésbe nem került volna, és nem szorította volna ki több drágább és gyengébb megoldás.

Ismét Svájcban

Max Hetzel 1963-ban mégis visszatér Svájcba hangvillásokat fejleszteni. 1966-ig a Laboratory for Horological Research (LSRH) Óraipari Kutatóintézet igazgatója Neuchatelben, és az akkor Swissonic nevű svájci hangvillás szerkezetet fejleszti, valamint további négy szabadalmat jegyeztet be.

Amikor az LSRH beolvad a CEH-be (Centre Electronique Horloger – elektronikus óraipari központ), annak alkalmazott fizikai kutatások igazgatója lesz. Továbbra is az ezen a néven egyébként piacra nem került Swissonic-fejlesztésével foglalkozik és újabb négy szabadalmat jelent be. Felbukkannak néha a piacon az eladó által Swissonicnak nevezett órák, de eddig csak olyannal találkoztam, ahol valaki olvasmányait szötte bele az eladni vágyott óra történetébe.

Ezzel szemben a CEH egyik nagy részvényese az ESA, a mai ETA elődje volt, így talán nem meglepő, hogy az ESA is kijött saját hangvillás szerkezetekkel. Természetesen megvásárolták a Bulova licencét, és saját fejlesztéseiket is szabadalmaztatták, amint ezt minden 9162/4-es szerkezet hátoldalán olvashatunk is.

Találó nevet kaptak a hangvillások a francia zsargonban: MOSABA, ami úgy hangzik, mint egy titkosszolgálat neve, de a **MO**ntre **SA**ns **BA**lancier szavakból áll össze, és egyszerűen billegő nélküli órát jelent. Tulajdonképpen ez egy kis család, amely azonos alapokon dátumos, hét napja dátumos és kronográf szerkezetből áll:

1969 – ESA 9162 (f = 300 Hz, 12 köves, Dm= 29,0, H= 4,8 mm). (19–20. kép)

Az első Svájcban gyártott hangvillás szerkezet. Ennek variációja az ESA 9164-es hét napja kijelzéssel.

1972 – ESA 9210 (f = 300 Hz, 30,4 mm, 7,95 mm, indexkerék fogszáma=300). (21. kép)

Az ESA 9162 alapjaira modul kronokiegészítéssel épített kronográf. Ezt a fejlesztést külön szabadalommal védte az ESA.

1974 – ESA 9164 (f = 300 Hz, 12 köves, Dm= 29,0, H= 4,8 mm). (22–23. kép)

Az ESA 9162 dátum és hét napja változata.

A régi jó svájci hagyománynak és a CEH kifejezett céljainak megfelelően 1974-ig minden svájci gyártó, aki csak kijött hangvillás órával, ezeket a kalibereket építette be, természetesen már a kalibert is a majdani vásárló óragyár nevével gyártotta le az ESA.

Az Omega akart és Max Hetzel segítségével tudott újítani a hangvillásokon.

1969 és 1976 között Hetzel az Elresor SA, az Omega leányvállalata vezérigazgatója, ahol, miután a Bulova licenc-

jogai miatt a Swissonicot nem lehet piacra dobni, a nagy frekvenciájú hangvillás szerkezet a Megasonic (f = 720 Hz, 12 köves, Dm= 29,0 mm, H= 4,5 mm, indexkerék fogszáma: 180) kifejlesztésével foglalkozik. (24–25. kép)

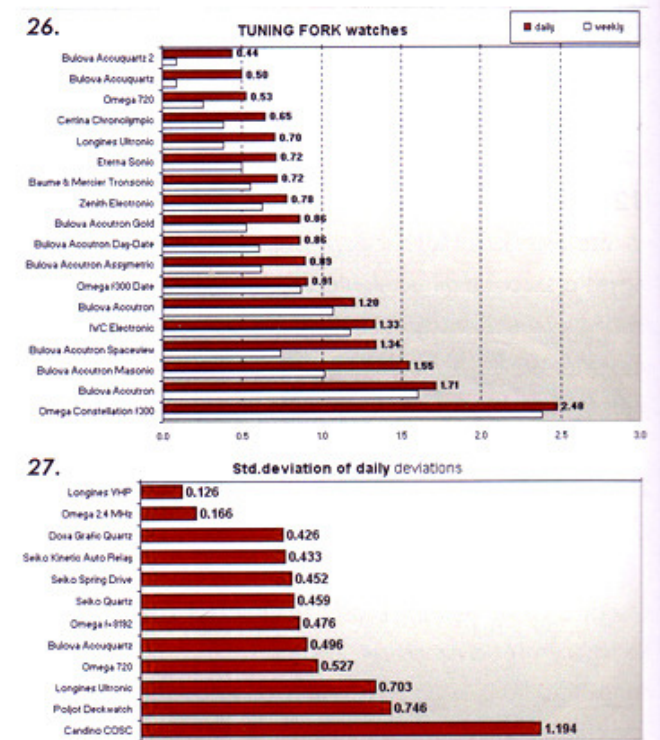
A szerkezet szinte minden elemében új. A már-már festői módon aszimmetrikus hangvillát egy darab tekerics gerjeszti, de ami a legizgalmasabb, az a képen a koronával kb. 15 fokos szöget bezáró téglalap alakú szerkezet, ami egy komplett mágneses léptetésű motor. Ez adja át a villa rezgéseit a kerékszerkezetnek. A magas frekvencia és a különleges megoldások miatt ez a legpontosabb „sima”, azaz kvarcvezérlés nélküli hangvillás szerkezet. A mágneses léptetésű hajtóművet a CEH már 1968-ban szabadalmaztatta, ami többek között remek példája annak, hogy a svájci óraiparban milyen remekül működött a cégek közötti fejlesztési kooperáció államilag is támogatott modellje.

A hangvillás korszak letűntével Max Hetzel az informatika felé fordult, órákkal többé nem foglalkozik.

Hangvillás órák járáseltérése

A mechanikus órákhoz hasonlóan napi mérésel ellenőriztem pontosságukat. Félig mechanikus szerkezetük és nehezen pótolható elemeik miatt 150 napos tesztelés végeztem, ezek szórásértékeit tekintem a pontosság fokmérőjének. (26. kép)

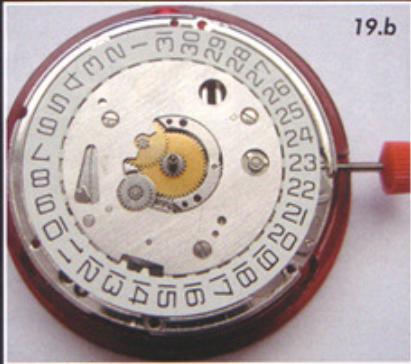
Mielőtt a részletekbe belemennénk, nézzük meg, hogy hol helyezkednek el a hangvillások a különböző működési elvek legjobbjai között. (27. kép)



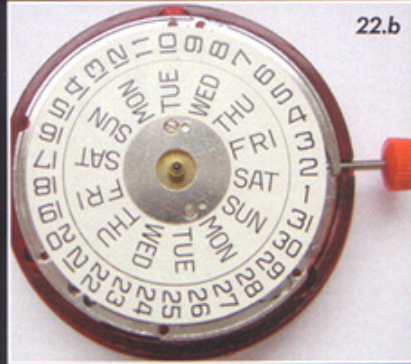
16.



19.b



22.b



17.



20.



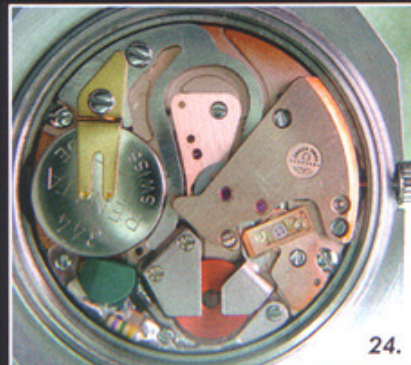
23.



21.



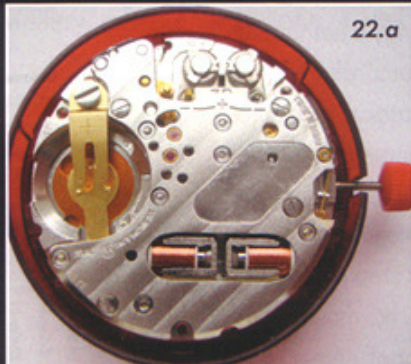
24.



18.



22.a



19.a



25.



| No. | Óra | Napi átlag | Napi szórás | Napok | Heti átlag | Heti szórás | Szerkezet | Megj. |
|-----|-----------------------------|---------------|----------------|-------|---------------|----------------|-----------|-------|
| 1 | Bulova Accuquartz 2 | -0.3 | 0.44 | 100 | -0.24 | 0.1 | Bul.224 | (*) |
| 2 | Bulova Accuquartz | -0.4 | 0.50 | 150 | -0.44 | 0.1 | Bul.224 | (*) |
| 3 | Omega 720 | 0.5 | 0.53 | 150 | 0.52 | 0.3 | Om. 1220 | (*) |
| 4 | Certina Chronolympic | 2.7 | 0.65 | 167 | 2.73 | 0.4 | ESA 9210 | (*) |
| 5 | Longines Ultronic | 4.1 | 0.70 | 158 | 4.04 | 0.4 | ESA 9162 | (*) |
| 6 | Eterna Sonic | -1.3 | 0.72 | 180 | -1.34 | 0.5 | ESA 9162 | (*) |
| 7 | Baume & Mercier Tronsonic | -4.8 | 0.72 | 153 | -4.81 | 0.6 | ESA 9162 | (*) |
| 8 | Zenith Electronic | 1.0 | 0.78 | 151 | 1.02 | 0.6 | ESA 9164 | (*) |
| 9 | Bulova Accutron Gold | 7.8 | 0.86 | 154 | 7.77 | 0.5 | Bul.218 | (*) |
| 10 | Bulova Accutron Day-Date | -0.2 | 0.86 | 153 | -0.21 | 0.6 | Bul.219 | (*) |
| 11 | Bulova Accutron Assymmetric | 4.5 | 0.89 | 143 | 4.60 | 0.6 | Bul.218 | (*) |
| 12 | Omega f300 Date | 7.1 | 0.91 | 150 | 7.07 | 0.9 | ESA 9162 | (*) |
| 13 | Bulova Accutron | -3.9 | 1.20 | 180 | -3.92 | 1.1 | Bul.218 | (*) |
| 14 | IWC Electronic | 1.4 | 1.33 | 88 | 1.27 | 1.2 | ESA 9164 | (*) |
| 15 | Bulova Accutron Spaceview | -4.6 | 1.34 | 152 | -4.68 | 0.7 | Bul.214 | (*) |
| 16 | Bulova Accutron Masonic | 3.7 | 1.55 | 150 | 4.23 | 1.0 | Bul.2313 | (*) |
| 17 | Bulova Accutron | -1.9 | 1.71 | 153 | -1.86 | 1.6 | Bul.214 | (*) |
| 18 | Omega Constellation f300 | 1.7 | 2.48 | 151 | 1.74 | 2.4 | ESA 9162 | (-) |
| | | | | 2683 | | | | |

28.

Tekintsük alpnak a COSC-kronométert, ehhez képest a Poljot Deckwatch a legpontosabb mechanikus óra (ha nem is korára), amivel valaha találkoztam. Ezt a jó minőségű ESA hangvillás szerkezet simán megelőzi. Az Omega 720 Hz-es jelentősen jobb, de még ezt is felülmúlja az Accuquartz, ami már lépés a kvarcok felé. A normál kvarcórák kisebb fejlődést mutatnak, majd a kiemelkedő kvarcórák jelentenek egy újabb lépcsőt.

Ha az összes hangvillás mérést tekintjük, akkor tizenhétből tizenkettő kisebb szórást produkál, mint az egyébként remek mechanikus kronométer.

Azt hiszem, ez jól mutatja, hogy a hangvilla a köztes fejlődési lépcső a mechanikusok és a kvarcórák között.

Két dolgot célszerű még szemügyre venni. Az egyik a zászlók eloszlása. Az élen az amerikai Accuquartz vezet, de már átlóg a kvarcórák mezőjébe. A „sima” kvarcvezérlés nélküliek között látható svájci Omega és ESA előnye látványos, a Bulova 218–219 a középmezőny. A Bulova 214-es és 230-as a gyengébb állapotban megmaradt svájciakkal van versenyben. (28. kép)

Végül pedig érdemes egy pillantást vetni egy-egy átlagon felüli és átlagos amerikai és svájci kaliber napi eltéréseire. (29-32. kép)

Azt hiszem, a képek magukért beszélnek, a négy példában egyetlen mérési adat lóg ki a mechanikus kronométerek számára adott legendás +6/-4 mp/nap határból. Az Accuquartz remekül kontrollált, 0 és -1 között váltakozik, a 720 Hz-es Omega is csak kétszer esett ki a 0-1 ritmusból. A 218-as Bulova szépen belül maradt a COSC-határokon, a kezdeti felfelé lépkedés valószínűleg az újraindítás utáni „beállítás”, a kísérlet vége felé pedig gyengült már az elem. A hangvilla mozgásban tartásához jelentős energia kell, így a hamarabb használják el az elemet, mint a modern kvarcórák.

Napi használatra nem javaslom a hangvillásokat, mert apró alkatrészeit, ha véletlenül megsérülnek, nem könnyen pótolhatók, viszont gyűjtőknek jó szívvel ajánlom, mert egy érdekes lezárt fejezete az óratörténetnek, és igen izgalmas műszaki megoldás.

Aki szeretne ilyen órát, az ritkán találhat szép darabokat a hazai elektronikus piactereken, börzéken, ha viszont nem akar évekil keresgélgni, írja be a hangvilla angol, német vagy

francia nevét (tuning fork, Stimmgabel, diapason) a nagy internetes keresőkbe, vagy a legnagyobb elektronikus piactér keresőjébe, és lesz elég találat. Ha ezek után a gyakran nem is csekély összeget rá tudja szánni, boldog tulajdonosa lehet egy hangvillás órának, közeli ismerősének érezheti Max Hetzelt. Ő az órapar legfontosabb hagyományát követve: a minél pontosabb és megbízhatóbb szerkezetek építésének módját keresve lett az óratörténet jelentős alakja, még akkor is, ha Galilei szavaival élve: „óriások vállára állva lehetett naggyá”. Ekkor se felejtjük el azonban, hogy az akusztika nagy korszakában, a XIX. században már készült hangvillás óra a nagy Breguet unokájának műhelyében.

Makszy Gábor

(www.mechanikus.hu)

