

Kereskedelmi forgalomba került a nukleáris áramforrás, a radioaktív elem!

Dr. Madarász László, okl. villamosmérnök

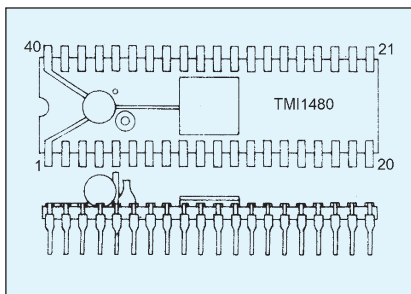
A *Rádiótechnika* már 1983-ban hírt adott a csipekre építhető nukleáris áramforrásról, ami 2013-ra mindenki által elérhetővé vált. A történetet kicsit részletesebben mutatjuk be az alábbiakban.

1983-ban a *Rádiótechnika* „Saját tápforrású integrált áramkörök” címmel [1] arról adott hírt, hogy a TMI Circuits Kutató Központja kifejlesztette a TMI-1480 jelű n-MOS mikroprocesszort, melyre ráépítettek egy miniatűr atomenergia-forrást. Így a processzor külső tápellátás nélkül működőképes. A processzornak a fenti közleményből kiemelt rajzán az **1. ábrán** látható, hogy a kis reaktor alig egy köbcéntiméter térfogatú.

A kis színes hír „Az alkatrészpiac áprilisi ajánlata” felcímmel jelent meg, az 1983. áprilisi számban. Leírta a miniatűr nukleáris energiaforrás felépítését, a láncreakció megvalósítási módját az apró reaktorban, a hűtés kialakítását. A cikk egy angol folyóiratcikkre hivatkozott, ami éppen egy évvel korábban, *1982. április 1-jén* jelent meg a *New Electronics* folyóiratban.

Ígen, igaz van az olvasónak: túl sok a fenti történetben az áprilisi. Természetesen egy áprilisi tréfáról van szó, a szerkesztőség ebben az időben évente, két évente az áprilisi számban egy-egy szellemes, meghökkentő újdonságot talált az olvasóinak, tökéletes komolysággal és tudományos aprólékossággal ismertette pl. az otthoni fikuszából két krokodilcsipesszel kialakítható nagynyereségű URH vevőantennát. Az idézett cikkben a processzorral egybeépített nukleáris reaktorral kívánták felderíteni olvasóikat.

Miről jutott eszembe ez a harminc éve megjelent cikkecske? Arról, hogy harminc évnek kellett eltelnie, hogy kereskedelmi áruként megjelenjen a nukleáris



1. ábra

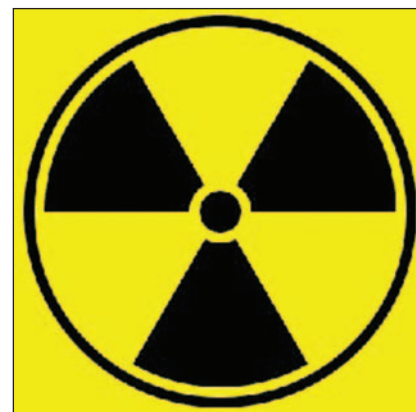
áramforrás, amit bárki megrendelhet, megvásárolhat! A következőkben nem az erőművek technikáját vizsgáljuk, hanem azokat a kisméretű megoldásokat, mikroelemeket, melyeket a jövő elektronikája mellett, vagy azokkal egybeintegrálva lehet alkalmazni. Röviden szó lesz a lehetőségekről, végül már működő prototípusokat, forgalomba hozott áramforrást is megismerünk majd.

A nukleáris elemek fejlesztése

Áttekintésünk nyilvánvalóan nem a radioaktív kémiai elemekről, azok továbbfejlesztéséről szól, hanem a kisméretű nukleáris áramforrásokról, elemekről. Nyelvünkben az elem szó mindkét értelemben használatos. Az angol szakirodalom elsősorban a battery szót használja a készülékekbe behelyezhető, esetleg beépített áramforrásokra, ott viszont a tölthető változatokat, azaz az akkumulátorokat is beleértik ebbe a fogalomba. Szóval lenne itt dolga egy műszaki nyelvújítónak...

Egyre több olyan elektronikai készüléket használunk, melyeknél problémás vagy megoldhatatlan

lan a telepek cseréje, újratöltése. A távoli űrben haladó szondák, a tenger mélyén működő szenzorok, vezérlőegységek, az orvosi implantátumok, a vezeték nélküli szenzorok mind olyan tápellátást igényelnének, mely teljes élettartamuk alatt biztosítja (csere, utántöltés nélkül) a működésüket! És a napelem sem univerzális megoldás, a távoli űrben, a tenger fenekén, az élő szervezet belsőjében nem támaszkodhatunk a napsugarak energiájára! Az elektronikus készülékek harminc éve olyan méretűek voltak, hogy az egyik szögletükben kényelmesen elfért egy elemtartó és a ceruzaelemeket, a gombaelemeket jól fel lehetett használni a táplálásukra. Ma már sok esetben a működtető áramforrás térfogata, tömege sokszorososa az elektronikáénak. Mindez indokolja a hatékony, hosszú élettartamú, kisméretű nukleáris áramforrások fejlesztését. Remélhetőleg rövidesen a kezünkbe vehetjük azokat az elemeket, melyeken a radioaktív sugárzó anyagra utaló jelzés (**2. ábra**) látható.

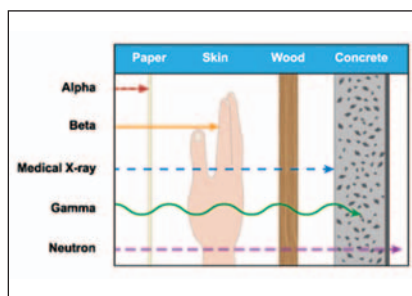


2. ábra

Előre kell bocsátani, hogy a nukleáris mikroelem nem kisméretű atomreaktor! A reaktorokban láncreakció folyik, melynek ütemét mesterségesen tartják elfogadható szinten. A legkisebb ilyen szerkezetek pl. az atommeghajtású tengeralattjárókon működnek, s azok is hatalmas méretűek. Az RT idézett cikkében szereplő, alig 1 cm^3 méretben ezek nem állíthatók elő, és nemcsak a működéshez szükséges kritikus tömeg miatt. Ha a külső tokozásuk ólomból készülne, akkor is többször 10 cm falvastagságra lenne szükség a láncreakció közben keletkező gammasugárzás elnyelése érdekében! A reaktorok hőt termelnek, további egységek szükségesek a hő villamos energiává alakítására. Más úton kellett elindulni a kisméretű áramforrások esetében.

Az eredményeket ismertető angol nyelvű leírásokban még nem egységes a megnevezés, az elem (battery, cell, generator) jelzője többféle is lehet: radioactive, radioisotope, atomic, nuclear. A megvalósított elemek kis mennyiségű sugárzó anyagot tartalmaznak, általában gyenge sugárzást hasznosítanak, a hatásfokuk többnyire néhány százalék, drágák, viszont az élettartamuk lenyűgöző!

A kémiai anyagok többségének több izotópja is létezik. Ezek atommagjaiban eltérő számú neutron van. Közismert a hidrogén példája. A legnagyobb mennyiségben az ^1H (prócium) alkotja a hidrogént. Ez a legegyszerűbb atom, a magja egyetlen proton, e körül kering az egyetlen elektronja. Stabil atom, nem változik, nem bomlik el. Az ősrobbanásakor a prócium egy része átalakult ^2H (deutérium) módosulattá, ennek az atommagjában egy proton és egy neutron van. Ez az izotóp is stabil, így megmaradt a keletkezett mennyiség. A kozmikus sugárzás hatására (és az atomreaktorok láncreakciójának melléktermékeként) alakul ki a hidrogén harmadik izotópja, a ^3H (trícium). Ennek atommagjában az egyetlen proton mellett két neutron található, ami túl sok, a mag

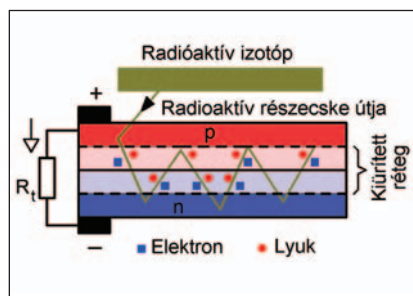


3. ábra

ezért nem stabil, előbb-utóbb elbomlik, béta-sugárzást kibocsátva átalakul hélium atommá (a magban két proton és egy neutron lesz).

A trícium tehát instabil, idővel elbomlik, azaz radioaktív atom, radioaktív izotóp. A belátható időn belül lebomló radioaktív izotópokat röviden radioizotópoknak nevezik, a trícium ilyen. Azt, hogy egy adott tríciumatomban melyik neutron fog átalakulni, és mikor lesz belőle proton, nem lehet megmondani. Azt viszont hihetetlen pontossággal tudjuk, hogy egy adott tömegű trícium atom fele mikorra bomlik el! Ez a felezési idő a tríciumnál $12,3\text{ év}$. A trícium tiszta béta-sugárzó, bomlása közben nem keletkezik gammasugárzás.

A béta-sugárzás tehát úgy jön létre (kicsit leegyszerűsítve), hogy egy semleges neutronból pozitív töltésű proton lesz, miközben egy elektron lökődik ki, ez alkotja a béta-sugárzást. A kilépő elektron sebessége megközelítheti a fénysebességet, de kis tömege miatt a mozgási energiája nem nagy, levegőben legfeljebb néhány-szor 10 cm -re tud eljutni. A trícium mellett gyakran alkalmazott bétaforrás a ^{35}S , ^{63}Ni , ^{210}Po , ^{147}Pm . A polónium esetében a felezési idő már $138,4\text{ év}$.



4. ábra

Az alfasugárzás kialakulásakor a bomló atommagból egy teljes hélium atommag lép ki (két proton, két neutron), kb. $10 \dots 15\,000\text{ km/h}$ sebességgel. Összetételéből következően az alfarészecske pozitív töltésű, levegőben csak kb. 1 cm távolságra tud eljutni. Gyakran alkalmazott alfaforrások a ^{92}U , a ^{226}Ra , a ^{241}Am .

A harmadik sugárzás-fajta a gammasugárzás, ami nagy energiát tartalmazó elektromágneses sugárzás. Az egyes sugárzás-fajták nem azonosan viselkednek. Az alfarészecskéket már egy vékony papír is megállítja, a béta-sugárzás nem tud áthatolni a bőrünk külső rétegén, a gammasugárzást viszont csak méteres betonfallal lehet elnyeletni (3. ábra, [2]).

A radioizotópok bomlása természetes folyamat a környezetünkben, sőt, a szervezetünkön belül is folyamatosan jelen van, s mindaddig jelen is lesz, míg a világ a jelenlegi atomi felépítésű. Számos módszer ismeretes arra, hogyan lehet a sugárzás energiáját elektromossággá alakítani, azaz sokféle nukleáris elem készíthető. A leggyakoribb megoldások:

Nukleáris termoelemek:

- termoelektromos,
- termoionos,
- termooptikai.

Nukleáris, nem termikus átalakítók:

- töltésbefogó,
- p-n átmenetes (alphavoltaic, betavoltaic),
- kontaktpotenciális elemek.

Alphavoltaic, betavoltaic cell

Szándékosan angol megnevezésekkel jelöltem meg a bemutatásra kerülő eszközöket a fejezet címében, és szerintem elfogadható magyarázatom is van a tettemre. A cím magyarul kb. így írható fel: „Közvetlen átalakítással működő, alfa illetve béta radioaktív sugárzást villamos energiává alakító áramforrások”. Elsősorban a tömörség indokolta az angol megnevezések használatát.

Az angol szakirodalom sokszor meglep bennünket egy-egy