



Danás Miklós

Hőtermelő berendezések szerkezeti elemei

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Villamos készülékek szerelése, javítása, üzemeltetése

A követelménymodul száma: 1398-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-007-30

MUNKANYAG

HŐTERMELŐ BERENDEZÉSEK SZERKEZETI ELEMEI

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy szervizben/üzemben dolgozik, ahol elektromos hőtermelő berendezéseket, hőkészülékeket is javítanak. A szerviz/üzem szakképzésben tanulók gyakorlati foglalkoztatásának helyszíne is.

Feladata:

- információátadás a tanulók számára az elektromos hőtermelő berendezések, hőkészülékek szerkezeti felépítésével kapcsolatban,
- ügyfelek tájékoztatása elektromos hőtermelő berendezések, hőkészülékek jellemzőivel, készülékválasztás szempontjaival és a rendeltetés szerinti használatával kapcsolatosan,
- ismereteinek alkalmazása a szervizmunka során.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

FŰTŐTESTEK

A fűtőtest (fűtőbetét, fűtőpatron) az elektromos hőkészülékbe épített hőforrás. Rendeltetése a villamos energia hővé alakítása. A hő átadása történhet vezetéssel, áramlással, sugárzással.

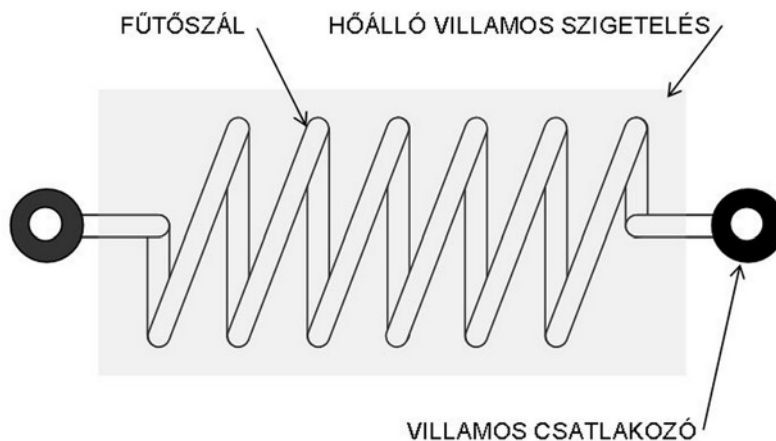
1. A fűtőtestek fő részei

A) Fűtőellenállás

Az ellenállás lehet fémötvözet vagy nemfémes anyag.

Fő követelmények:

- magas olvadáspont,
- kémiai és fizikai stabilitás.



1. ábra. Ellenálláshuzal fűtőtest szerkezeti elemei

A fűtőszál leggyakrabban spirális alakzatra, (közel) azonos menetemelkedéssel alakítják ki és felhasználástól függő módon szigetelik.

Ahol a menetek között legkisebb a távolság, hőtorlódás lép fel, ennek következtében idő előtti elöregedés, szálszakadás történik.

Az elektromos csatlakozást nem melegítheti számottevően az üzemelés hője. Ennek eléréséhez megnövelik a kivezető szakasz a vezetőképességét:

- több szál összesodrásával,
- sajtolt vagy keményforrasztott kivezetőhüvely, illetve
- szegecselt vagy csavaros szorítókötés alkalmazásával.

Leggyakoribb fűtőellenállás-huzalok

Kereskedelmi elnevezés	Maximális hőmérséklet [°C]	Fajlagos ellenállás 20 °C-on [Ωmm ² /m]
Kanthal A-1	1400	1,45
Kanthal AF	1300	1,39
Kanthal D	1300	1,35
Cekas	1300	1,04
Nikrothal 70	1250	1,18
Nikrothal 60	1150	1,11
Nikrothal 40	1100	1,04

A huzalt különböző (többnyire spirális) alakzatra tekercselve helyezik el. A gyártásához főképp króm (Cr), alumínium (Al) vas (Fe), molibdén (Mo), kobalt (Co), nikkel (Ni) ötvözőanyagokat használnak.

Leggyakoribb nemfémes fűtőellenállások

Megnevezés	Maximális hőmérséklet [°C]	Fajlagos ellenállás 1000 °C-on [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	Előnyök a fémes fűtőellenállásokkal szemben
Szilícium-karbid (SiC) Legelterjedtebb kereskedelmi neve: szilit.	1800	940	Hőfoktényezőjük erősen pozitív, a fűtőellenállás hidegvezetőként (PTC ²) viselkedik. A fűtőtest e miatt önszátyalozó (nem tud túlmelegedni). Alig öregszenek, élettartamuk több évtized.
Molibdén-szilicid (MoSi_2)	1800	2,2	

B) Hőálló elektromos szigetelés

Két fő feladata: amellet, hogy rögzítő- vagy tartószerkezet, alap (üzemi) szigetelés is. (Kivéve, ha megerősített szigetelésről van szó.)

Anyaguk a felhasználási területtől függően leggyakrabban: kerámia, mikanit, szilikongumi, régebben bakelit, azbeszt.

Az azbeszt rostszálas szerkezetű ásványi anyag, jó hőálló, és villamos szigetelő. Több fajta azbesztet használtak, az építőipartól a járműiparig. Már az 1930-as években felismerték egészségkárosító hatását, csak nálunk a közelmúltban tiltották be.

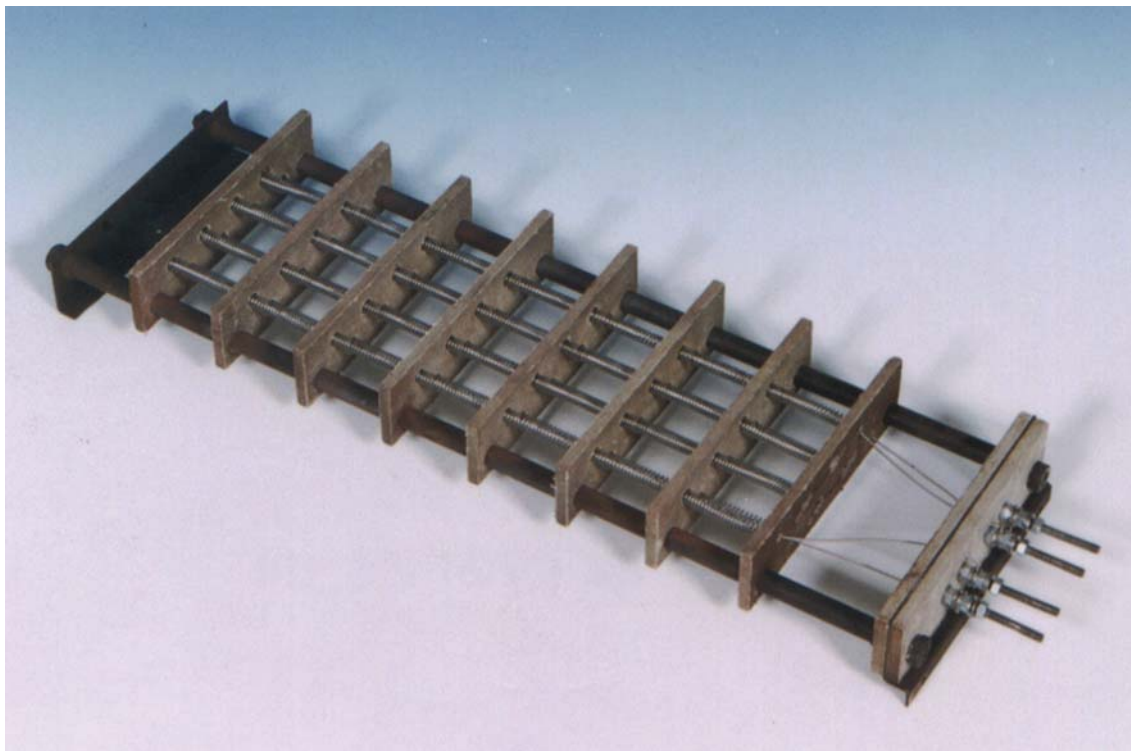
A levegőben lebegő azbesztszálak belélegzése már igen kis mennyiségben is azbesztózis nevű tüdőbetegséget, illetve egyéb légzőszervi betegséget, okozhat. Bizonyítottan rákkeltő.

Különösen veszélyes akkor, ha szerkezete laza, illetve tartósan magas hőmérsékletnek volt kitéve. Ilyenkor porlódik a legkönnyebben és kerül legtöbb a levegőbe.

Ha munkánk során azbeszttel találkozunk, körültekintően bánjunk vele. Kisértékű készülék esetében (pl. villanytűzhely) inkább ne javítsuk. Tájékoztassuk a tulajdonost a veszélyességéről, és szállíttassuk veszélyes hulladék begyűjtő helyre. Nagyobb értékű berendezés esetében végeztessük el speciálisan képzett (speciális eszközökkel és engedéllyel rendelkező) szakemberekkel) az azbesztmentesítést.

2. Fűtőtestek csoportosítása

Szabadszerelésű fűtőtestek



2. ábra. Szabadszerelésű fűtőtest³

Felhasználási terület

Szabadszerelésű fűtőtestek villanykályhákba, légfűvásos hőszigetelőbe, szárítókba, infraszűtőkbe, hajszárítókba, kávépörkölőbe, stb. kerülnek beépítésre.

A véletlen érintés elleni védelemről és a levegő elvezetéséről a megfelelő módon kialakított készülékház gondoskodik.

Szerkezeti felépítés, jellemzők

A szabadszerelésű fűtőtestek közös jellemzője, hogy nem rendelkeznek burkolattal. A valamilyen alakzatba tekercselt/hajlított ellenálláshuzalt szigetelő tartószerkezet rögzíti. A feszültség alatti munkavégzés (mérés, hibakeresés) veszélyes, különös óvatossággal kell végezni.

3 A gyártó: Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság (<http://futobetet.hu>) engedélyével

A levegő melegítése jó hatékonysággal történik, mert a fűtőszál felületével közvetlenül érintkezik. Kicsi a hőkapacitás, ezzel a felfűtési idő. Szerelése, cseréje, javítása a könnyű hozzáférhetőség miatt egyszerű.

Kerámiaelemes szabadszerelésű fűtőtestek

A SiC vagy MoSi szabadszerelésű fűtőelemek különböző alakzatban önállóan, vagy felület-növelő bordázattal kerülnek beépítésre.



3. ábra. Szilícium-karbid fűtőelem ⁴



4. ábra, Szilícium-karbid fűtőelemű fűtőtest, felületnővelő bordázattal⁵

Kerámiaszigetelésű fűtőtestek

A) Kerámiagyöngy szigetelésű fűtőtestek

4 Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

5 Fotó: Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

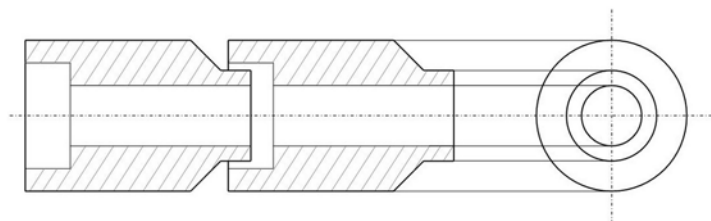


5. ábra. Kerámiagyöngy szigetelésű fűtőtest⁶

Felhasználási terület

Régen sokkal elterjedtebbek voltak. Kisebb kemencékbe, villanytűzhelyekbe, főzőlapokba, sütőlapokba, vasalókba, egyéb készülékekbe építették. Egyre ritkábban találkozni vele. Kiseb méretű kerámiagyönggyel szigetelik a fűtőtest kivezető vezetékét is.

Szerkezeti felépítés, jellemzők



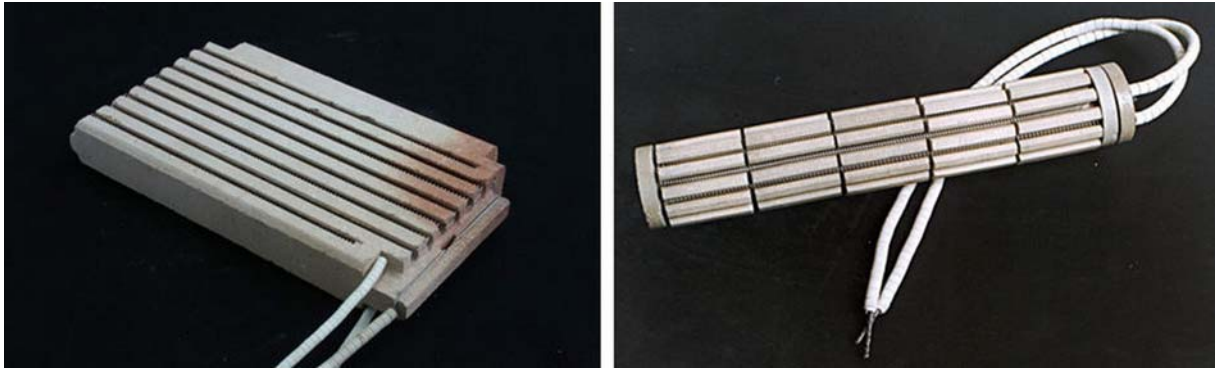
6. ábra. A szigetelőgyöngyök metszete⁷

A fűtőspirálra felfűzött gyöngyök hajlékony fűtőtestet alkotnak, melyet könnyen a helyére szerelhetünk. Mivel a fűtőellenállást teljes mértékben burkolják, a feszültség alatti munkavégzés (mérés, hibakeresés) kevésbé veszélyes, mint a szabadszerelésű fűtőtestek esetében.

A hőátadás rossz hatékonysággal történik, mert a fűtőszál kis felületen érintkezik a kerámiával. Szerelése, cseréje, javítása a könnyű hozzáférhetőség miatt egyszerű.

⁶ A gyártó: Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság (<http://futobetet.hu>) engedélyével

⁷ Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

B) Kerámiaidom burkolatú fűtőtestek

7. ábra. Kerámiaidom burkolatú fűtőtestek⁸

Felhasználási terület

Kályhák, kemencék, régebbi bojlerok, vízmelegítők, kávéfőzők stb. fűtőelemei.

Szerkezeti felépítés, jellemzők

A fűtőspirál a szigetelő kerámiaidom hornyaiban helyezkedik el. A hornyok lehetnek nyitottak és zártak.

Egyes készülékekben (pl. régebbi kávéfőzőkben) a kerámiaidom teljesen burkolt, a kivezetések kerámiagyöngyökkel vagy azbeszttel szigetelve. Így az aktív⁹ részek véletlen érintés ellen védettek.

A hőátadás rossz hatékonysággal történik, mert a fűtőszál kis felületen érintkezik a kerámiával. Szerelése, cseréje, javítása a könnyű hozzáférhetőség miatt egyszerű.

⁸ A gyártó: Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság (<http://futobetet.hu>) engedélyével

⁹ feszültség alatt lévő

C) Kerámiamasszába ágyazott fűtőtestek



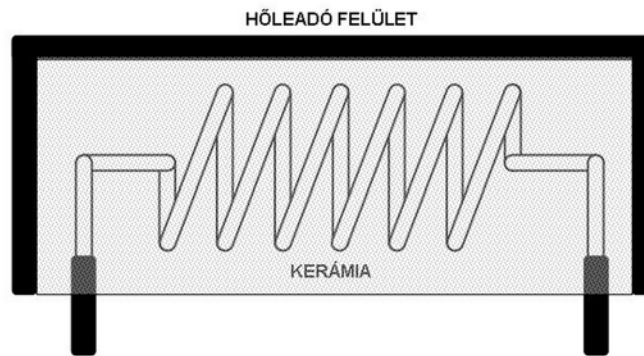
8. ábra. Kerámiamasszába ágyazott fűtőtest (főzőlap)¹⁰

¹⁰ Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

Felhasználási terület

A kerámiamasszába ágyazott fűtőtestekkel leggyakrabban főzőlapokban, vasalókban találkozunk.

Szerkezeti felépítés



9. ábra. Kerámiamasszába ágyazott fűtőtest felépítése¹¹

A gyártás során a fűtőellenállás-spirált képlékeny kerámiamasszával önti ki, ami megszilárdulva stabilan rögzíti és teljesen elfedi azt.

A hőátadás jó hatékonysággal történik, mert a fűtőellenállás-huzal teljes felülete érintkezik a kerámiával, az pedig a hőleadó felülettel.

A fűtőellenállás ezekben a fűtőtestekben nem cserélhető.

Jellemzők

- Jó hőátbocsátás.
- Nagy hőkapacitás.
- Egyenletes felületi hőmérséklet.
- Egyszerű szerelhetőség.

¹¹ Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

Csőfűtőtestek

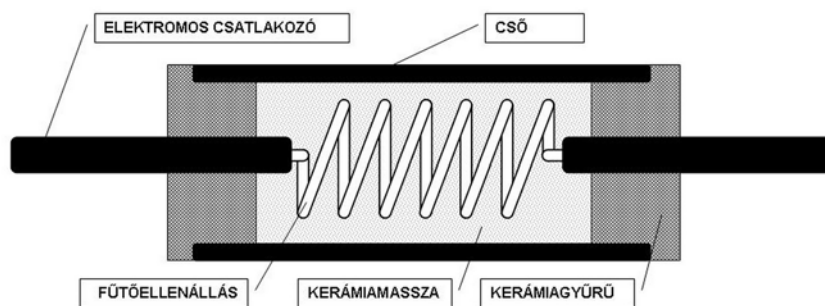


10. ábra. Csőfűtőtestek¹²

Felhasználási terület

Az előzőekhez képest ez a legkorszerűbb fűtőtest. Felhasználása nagyon széleskörű. Csak ott nem alkalmazzák, ahol speciális követelményeknek kell megfelelni. Nagy előnye, hogy folyadék melegítésre is alkalmas.

Szerkezeti felépítés



11. ábra. Csőfűtőtest felépítése¹³

¹² A gyártó: Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság (<http://futobetet.hu>) engedélyével

¹³ Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

A cső: réz, alumínium, vas, vagy rozsdamentes vasötvözet. A fűtőellenállást kerámiamassza veszi körül, amit nagy nyomással tömörítenek a minél jobb hővezetés elérése érdekében.

Jellemzők

- Nagyon jó hőátbocsátás.
- Kis hőkapacitás.
- Egyenletes felületi hőmérséklet.
- Egyszerű szerelhetőség.
- Víz közvetlen fűtésére is alkalmas.

Két, hasonló kinézetű és elektromos jellemzőkkel rendelkező csőfűtőtest nem biztos, hogy felcserélhető egymással. Azt is tudnunk kell, hogy az adott csőfűtőtest milyen célra lett gyártva (víz fűtésére, levegő fűtésére, infrahősugárzó stb.).

Speciális fűtőtestek



a)



b)



c)

12. ábra. Speciális fűtőtestek¹⁴

a) öntött fűtőtest, b) palástfűtőtest, c), mikanit szigetelésű, burkolt lapos fűtőtest

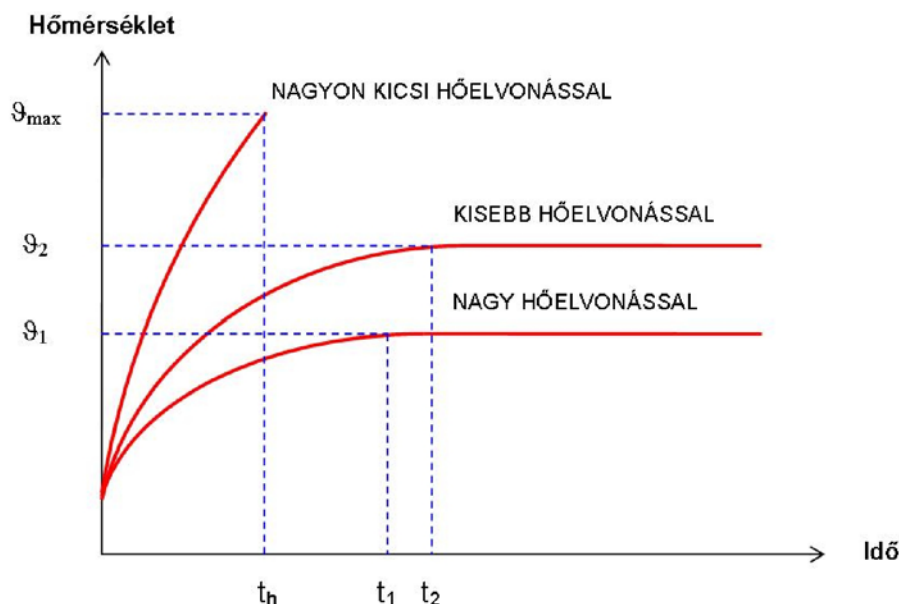
A FŰTŐTESTEK HŐMÉRSÉKLETE

A fűtőtestek felületének üzemi hőmérséklete a rendeltetéstől és felhasználási területtől függ, ~40 °C-tól ~1800 °C-ig terjed.

Egyes fűtőtesteket hőmérséklet-szabályozás nélküli üzemre méreteznek, egy adott hőelvonás tartományra. Például egy szabályozó nélküli főzőlap hőmérséklete 8 liter leves melegítésekor a "NAGY HŐELVONÁSSAL", 2 liter melegítésekor a "KIS HŐELVONÁSSAL", és ha üresen kapcsoljuk be, a "NAGYON KICSI HŐELVONÁSSAL" görbe szerint változik. Üzemi hőmérséklete 92 és 91 között lehet (13. ábra).

¹⁴ A gyártó: Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság (<http://futobetet.hu>) engedélyével

Ha fűtőtestet előírt hőelvonás nélkül üzemeltetünk, hőmérséklete meghaladhatja az engedélyezett maximális értéket és meghibásodhat!



13. ábra. Fűtőtest felületi hőmérsékletének változása szabályozás nélkül¹⁵

A szabályozás nélküli fűtőtest üzemi hőmérsékletét tehát a teljesítményén kívül, a hőelvonás határozza meg.

Ennek több hátránya is lehet. Egyrészt a hőmérséklete tág határok között változhat, másrészt viszonylag hosszú a felfűtési idő.

Amennyiben gyorsabb felfűtésre, közel állandó és/vagy változtatható hőmérsékletre van igény, nagyobb teljesítményű fűtőtestre és hőmérséklet-szabályozóra van szükség. Biztonsági elemként hőmérséklet-korlátozót alkalmaznak, ami a hőmérséklet-szabályozó meghibásodása esetén védi a fűtőtestet a túlmelegedéstől.

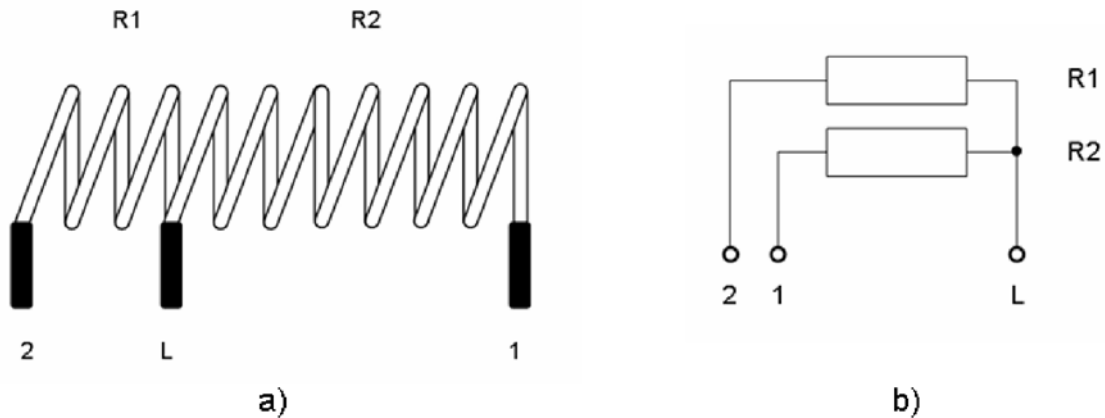
A hőmérséklet változtatásának módjai

A termelt hőmennyiség a fűtőteliesség és az üzemidő függvénye: $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$.

Az összefüggésben szereplő mindhárom jellemző: R ; U ; t , használják a hőmérséklet megváltoztatására, illetve szabályozására.

A) A fűtőteliesség megváltoztatása az áramkörbe kapcsolt ellenállás értékének változtatásával

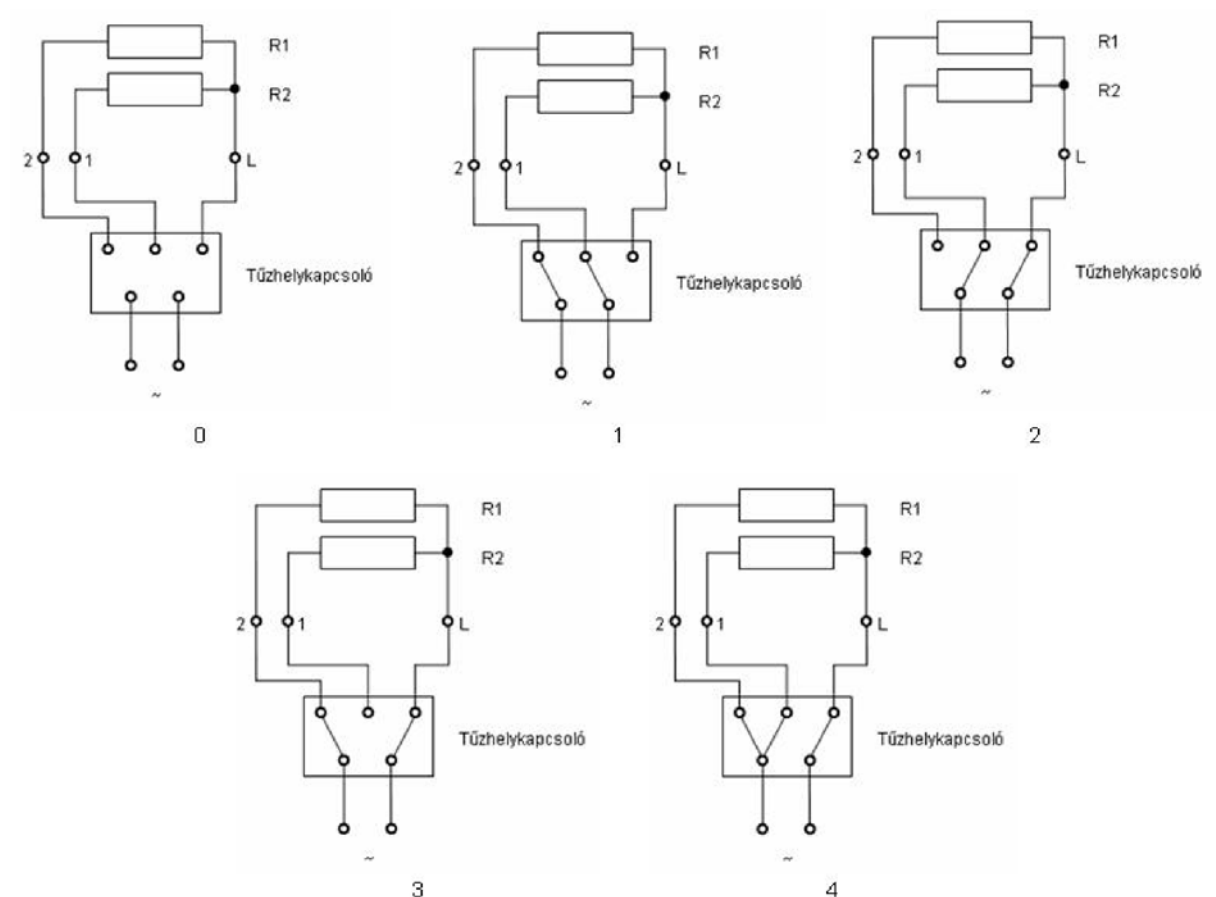
Ennek tipikus példája, főzőlap működtetése tűzhelykapcsolóval. A főzőlap lehet két vagy háromelemes, és ettől függően általában öt vagy hétállású tűzhelykapcsolóval változtathatjuk az áramkörbe kapcsolt ellenállások eredőjét, ezzel a teljesítményt. (Természetesen vannak egy fűtőelemes főzőlapok is, de jelen példa kapcsán nem érdekesek.)



14. ábra. Két fűtőelemes főzőlap belső kapcsolása a) az ellenálláshuzal elkötése ; b) elektromos kapcsolás¹⁶

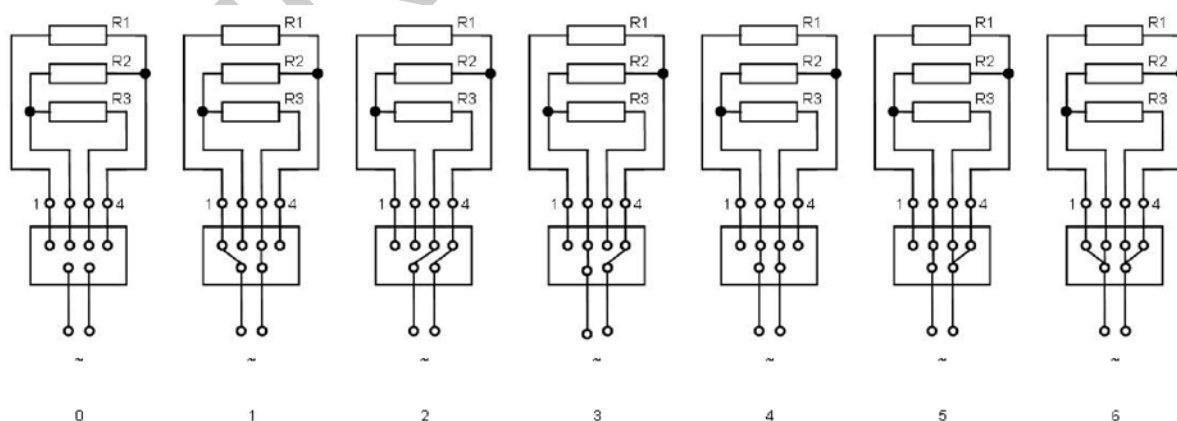
Nulla állásban a tűzhelykapcsoló leválasztja a főzőlapot a hálózatról (a fázis és a nullavezetőt is megszakítja).

1. állásban a két fűtőellenállást sorosan kapcsolja a hálózatra, a fűtőtelijsítmény a legkisebb.
2. állásban csak a nagyobb értékű R2 ellenállás kapcsolódik a hálózatra, nő a fűtőtelijsítmény.
3. állásban csak a kisebb értékű R1 ellenállás kapcsolódik a hálózatra, tovább nő a fűtőtelijsítmény.
4. állásban a két fűtőellenállást párhuzamosan kapcsolja a hálózatra, a fűtőtelijsítmény a legnagyobb.



15. ábra. Főzőlap fűtőtéléstítményének változtatása ötállású tűzhelykapcsolóval¹⁷

A három fűtőelemes főzőlapot hétállású tűzhelykapcsolóval működtetik. Működése az előzőleg megismertek alapján megérthető. Önálló feladatként kövesse le az áram útját minden kapcsolóállásban!



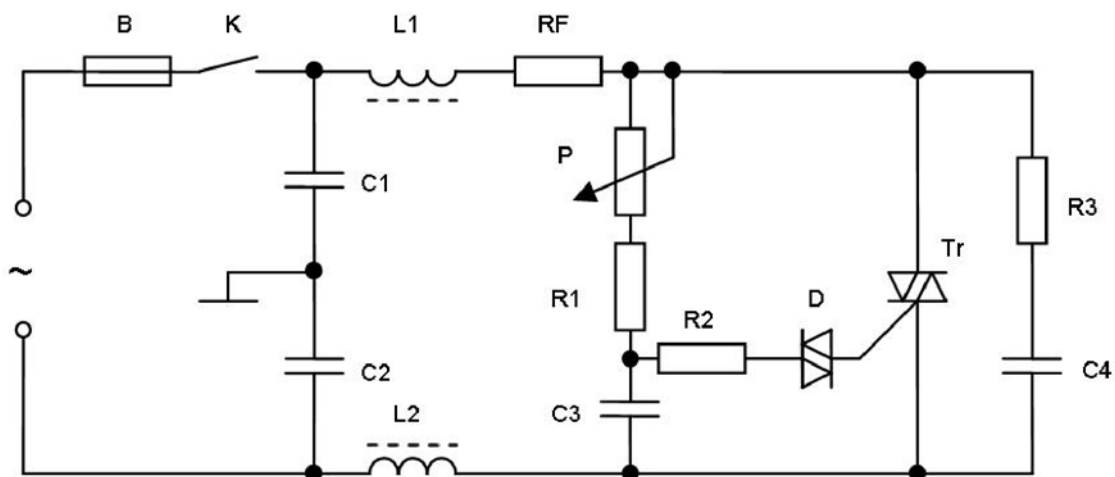
16. ábra. Főzőlap fűtőtéléstítményének változtatása hétállású tűzhelykapcsolóval

B) A fűtőtéljesítmény megváltoztatása feszültséggel

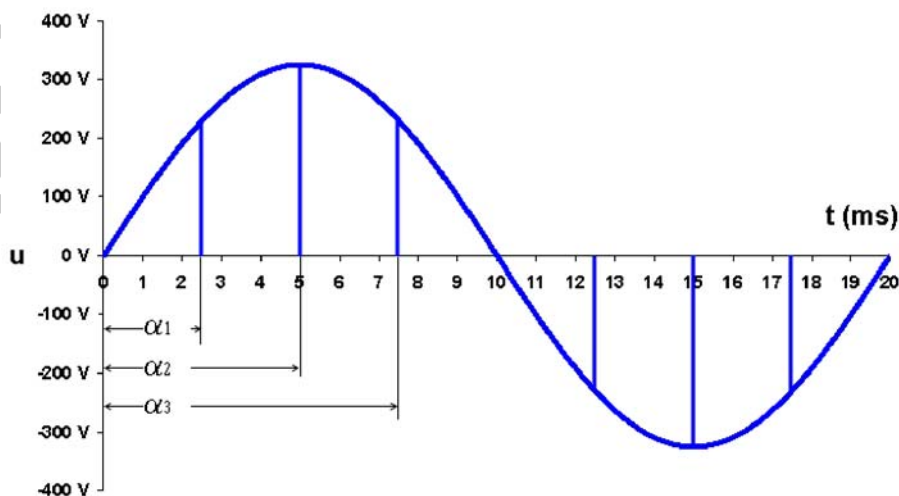
A $P = \frac{U^2}{R}$ összefüggésből ismerjük, hogy a teljesítményt a feszültség négyzetesen határozza meg. Tehát ha a feszültséget felére csökkentjük, a teljesítmény negyedére csökken. (Az amplitúdó változtatására bár létezik megoldás, csak speciális helyen alkalmazzák.)

Fokozatmentes, folyamatos feszültségváltoztatást tesz lehetővé a 22. ábra szerinti triakos fázishasító kapcsolás. Az elv nem csak hőmérséklet, hanem izzólámpák fényerejének, motorok fordulatszámának változtatásra is használatos.

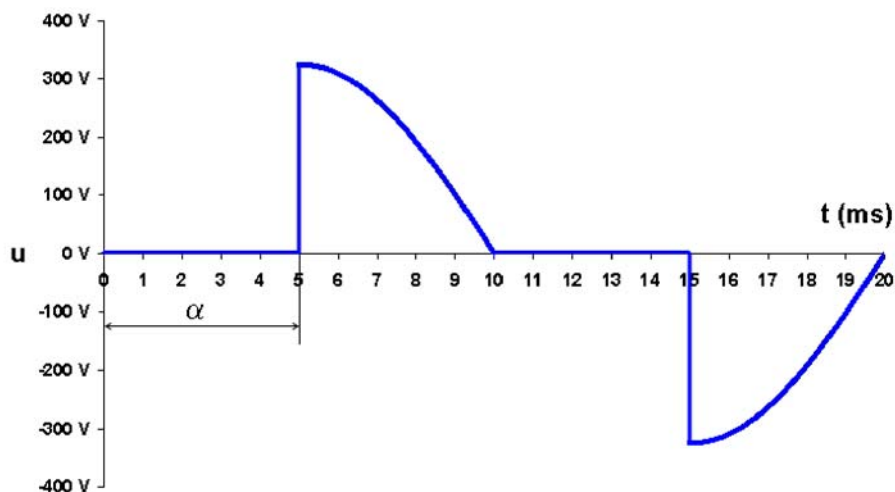
A fogyasztóra (RF) jutó feszültség (effektív értéke) a potenciométer (P) állásától függően 230 V bemeneti feszültség esetén ~30...225 V tartományban változtatható fokozatmentesen.



17. ábra. A fűtőtéljesítmény változtatása fázishasítással



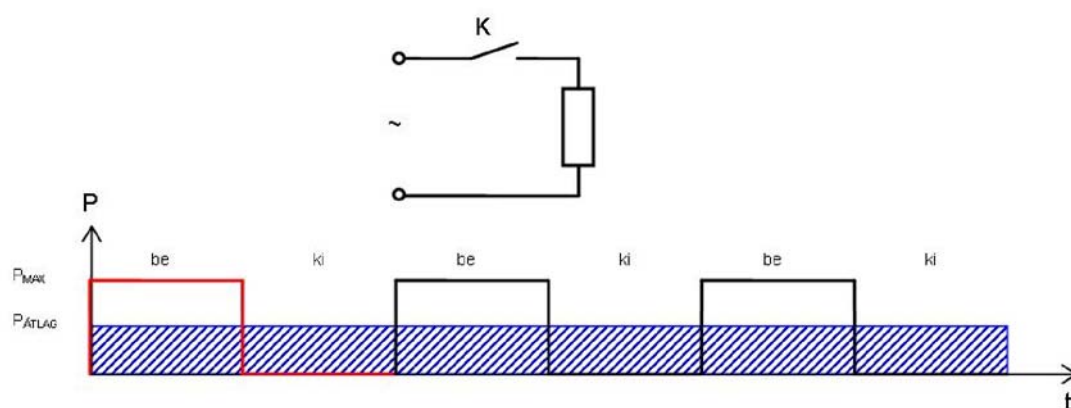
18. ábra. A fűtőellenállás feszültségének időfüggvénye különböző gyújtásszögek esetén



19. ábra. A fűtőellenállás feszültségének időfüggvénye 90° gyújtásszög esetén

A fázishasítás zavartermeléssel jár, melyet L1; C1; L2; C2 elemekből álló zavorszűrő áramkör hivatott csökkenteni.

C) A fűtőteljesítmény megváltoztatása szakaszos üzemeltetéssel

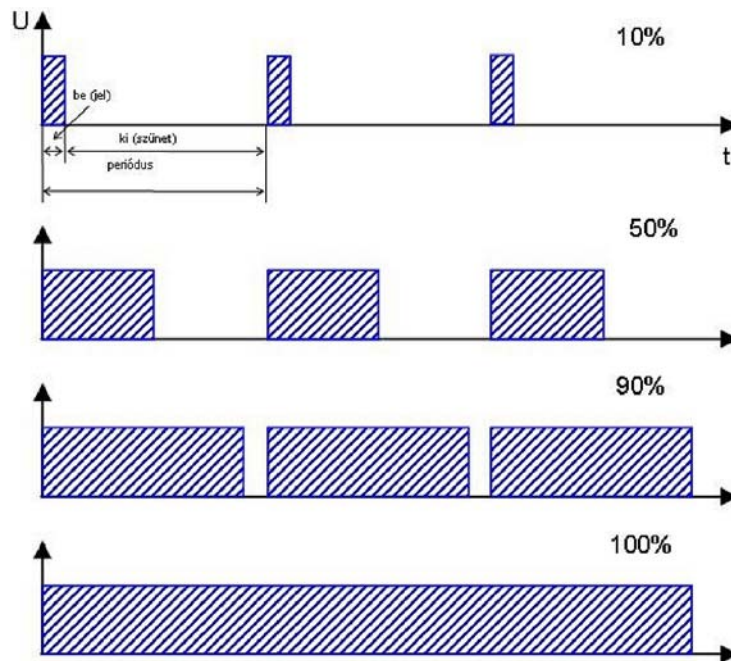


20. ábra. A szakaszos üzemeltetés ütemdiagramja

A hagyományos hőmérséklet-szabályozók ezen az elven működnek.

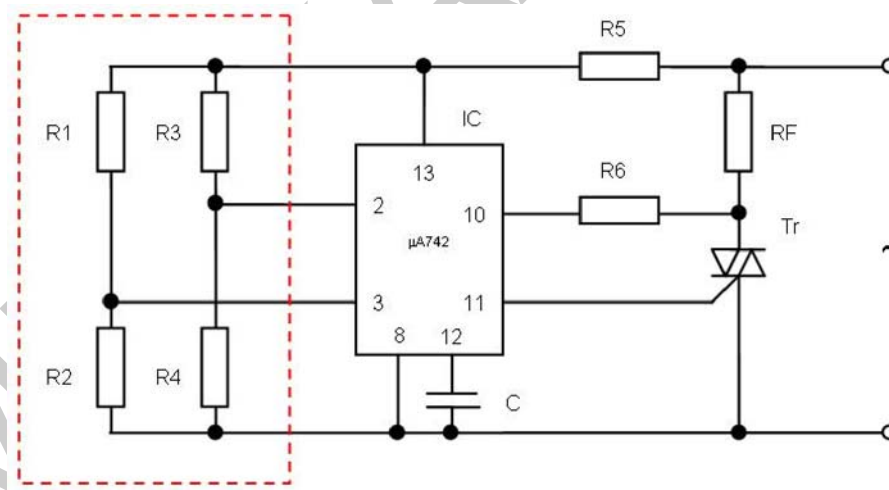
Hullámcsomag vezérlés

Elektronikus teljesítmény-szabályozóval a fogyasztó üzemidejét 0 és 100% között változtathatjuk. Az átlagteljesítményt a bekapcsolási és a kikapcsolási idő aránya (jel-szünet arány) határozza meg. A szakirodalom ezt impulzusszélesség modulációnak nevezi, angol rövidítéssel: PWM (Pulse Width Modulation).



21. ábra. Impulzusszélesség moduláció ütemdiagramja különböző jel-szünet aránynál

$$P_{\text{MAX}} = \frac{U^2}{R}; P_{\text{ÁTLAG}} = \frac{\text{be}}{\text{periódus}} \cdot P_{\text{MAX}}$$



22. ábra. PWM áramkör alapkapcsolása $\mu A742$ nullátmeneti PWR kapcsolóval¹⁸

18 Forrás: Fairchild Databooks: $\mu A742$ zero crossing AC trigger-trigac
<http://www.datasheetarchive.com/pdf-datasheets/Databooks-1/Book201-1177.pdf>

Az impulzusszélességet R1–R4 hídkapcsolás elemeinek értéke határozza meg. A híd megfelelő pozíciójában potenciométer, illetve termisztor alkalmazásával a kapcsolás alkalmas hőmérséklet-szabályozásra. Beépített áramkör gondoskodik arról, hogy bekapcsolás csak a feszültség nulla körüli értékénél történhessen (kikapcsolás automatikusan nullánál történik)

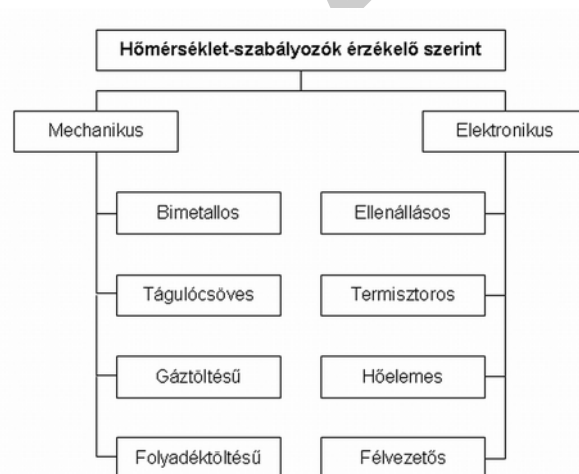
Nagy előnye (a fázishasítással szemben) a nullátmeneti kapcsolásnak az, hogy nem termel zavart (elmarad a zavarcsűrő).

HŐMÉRSÉKLET-SZABÁLYOZÓK¹⁹

Fő jellemzői:

- Típus
- Szabályozási tartomány (°C)
- Histerézis (°C)
- Névleges feszültség (U)
- Megszakítóképesség (A)

A hőmérséklet-szabályozók rendeltetése: a kívánt hőmérséklet beállítása és (közel) állandó értéken tartása. Nagyon sokféle hőmérséklet-szabályozó van, több szempont alapján csoportosíthatók.

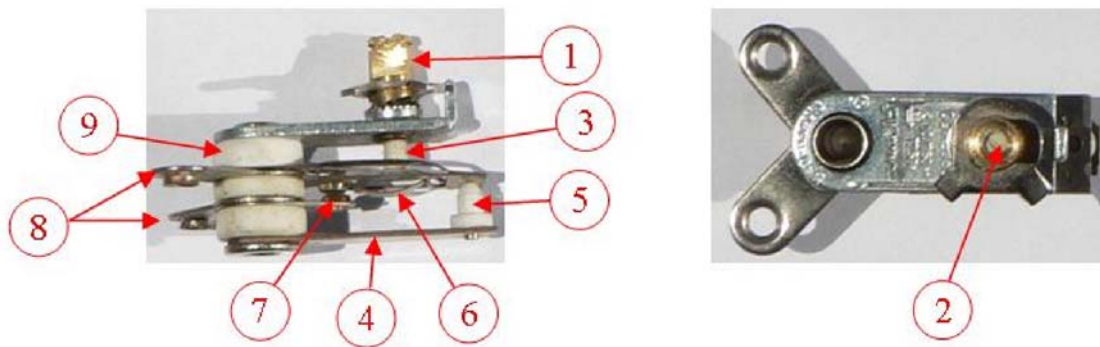


23. ábra. Főbb hőmérséklet-szabályozók érzékelő szerint csoportosítva

Bimetallos hőmérséklet-szabályozó

Nem nagy szabályozási pontosságot igénylő berendezések, készülékek olcsó, de megbízható szabályozója. Érzékelője a kapcsolószerkezettel általában egybeépített, tehát kezelése a hőforrás mellett történik.

¹⁹ Nevezik hőfokszabályzóknak, hőfokszabályozóknak, termosztátnak is.



24. ábra. Bimetallos hőmérséklet-szabályozó felépítése

A tengely (1) elfordításával beállítjuk a kívánt hőmérsékletet. A tengelybe szerelt hernyócsavar (2) a szabályozási tartomány beállítására szolgál. (A kívánt hőmérséklet a tengelyre szerelt forgatótárcsa skálázásán látható.)

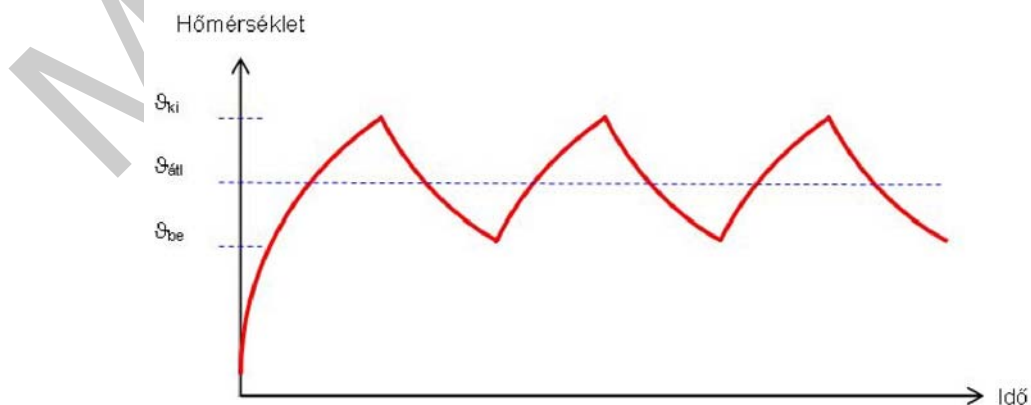
A szabályozó közdarabon (3) keresztül a pillanatkapcsoló rugójának feszítése változik. Az érintkezők (7) zárják a fűtőtest áramkörét.

A fűtőtest hőjét érzékeli a bimetall (4), és hajlik felfelé, a feszítő közdarabon (5) keresztül nyomva a pillanatkapcsoló rugóját.

Amikor a rugó feszítése eléri a billenési holtpontot, igen gyorsan (pillanatszerűen) átpattan és kikapcsolja az érintkezőket.

A fűtőtest hűlése a bimetall visszahajlását eredményezi, és egy alacsonyabb hőmérsékleten megtörténik a visszakapcsolás.

A ki-be kapcsolással szabályozó szerkezeteket kétpont, vagy kétpontos, vagy on-off szabályozóknak is nevezik.



25. ábra. Kétpont (ON-OFF) hőmérséklet-szabályozó jelleggörbéje

A kikapcsolási és a bekapcsolási hőmérséklet különbségét kapcsolási hiszterézisnek nevezzük. Minél kisebb a hiszterézis, annál kisebb a hőmérséklet-ingadozás.

Hőmérséklet-határolás

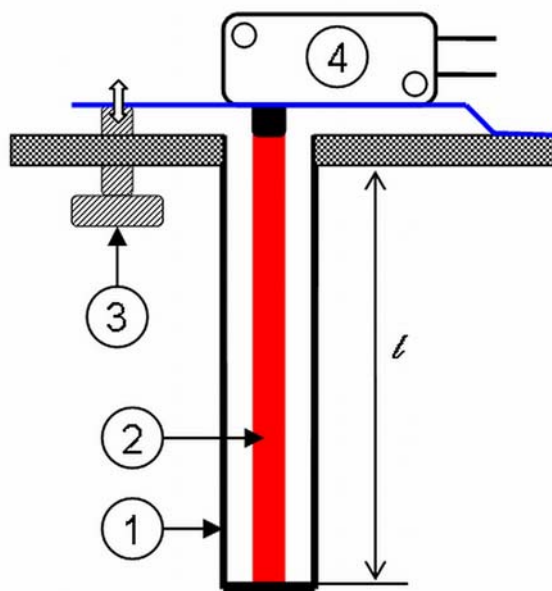
Olyan helyen, ahol nem szükséges folyamatosan változtatni a hőmérsékletet, de egy bizonyos értéken kell tartani, klixont alkalmaznak. A klixon nem állítható (gyárilag fix értékre beállított) bimetallos hőmérséklet-határoló. Üzemi és biztonsági határolás is lehet feladata.



26. ábra. Klixonok

Tágulócsőves hőmérséklet-szabályozó

A réz tágulócső (1) érzékeli a hőmérséklet-változást, minek függvényében változik a hossza (l). Mivel az invar-rúd (2) hossza nem változik számottevően, a tágulócső hosszváltozása működteti a mikrokapcsolót (4). A szabályozó csavarral (3) a kapcsolási hőmérséklet állítható be. Egyre ritkábban találkozhatunk vele a szervizmunka során.



27. ábra. Magyarázó ábra a tágulócsőves hőmérséklet-szabályozó működéséhez

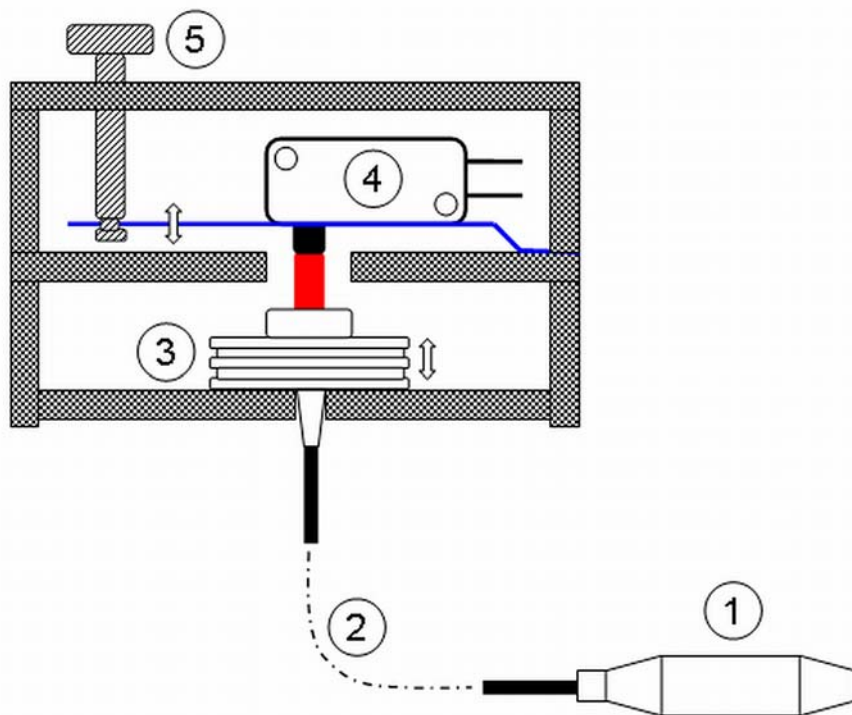
Gáztöltésű és folyadéktöltésű hőmérséklet-szabályozók

Olyan berendezésekben alkalmazzák, melyeknél az érzékelés és a kezelőszerv helye távol (~ 0,5 ... 1,5 m) van egymástól pl. automata mosógép.



a)

28. ábra. Gáztöltésű hőmérséklet-szabályozó fényképe



29. ábra. Magyarázó ábra a gáztöltésű és a gőztleniós hőmérséklet-szabályozó működéséhez

A gáztöltésű és a gőztleniós hőmérséklet-szabályozók működési elve és szerkezeti felépítése lényegében megegyezik.

Az érzékelés helyén elhelyezett érzékelő tartályban (1) a gáztöltésű hőmérséklet-szabályozó esetében gáz, a gőztenziós esetében néhány csepp folyadék van.

Az érzékelő tartályt és a tágulómembránt (3) kapilláriscső (2) köti össze. Vannak szabályozók, melyek külön tartályt nem tartalmaznak, a tartály szerepét is kapilláriscső tölti be.

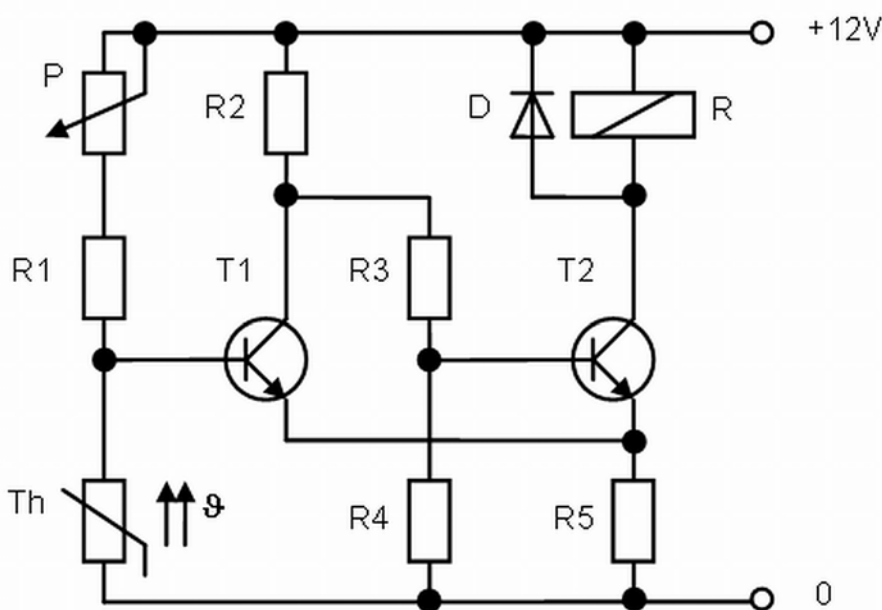
Ha emelkedik a hőmérséklet, megnő a gáz illetve a gőz nyomása, a membrán tágul, működ-teti a mikrokapcsolót (4), ami kikapcsolja a fűtést.

A hőmérséklet csökkenésekor mindez visszafelé játszódik le.

Elektronikus hőmérséklet-szabályozók

Az elektronikai alkatrészek árának csökkenése, a sokkal precízebb szabályozás, a programozhatóság, a távszabályozás (sőt, vezeték nélküli távszabályozás-távmérés) lehetősége és más előnyök miatt nem csak ipari területen, hanem mindennapjainkban is egyre több berendezés tartalmaz elektronikus hőmérséklet-szabályozót.

A téma azonban annyira szerteágazó és más szakmákba nyúló, hogy néhány jellemző példán keresztül közelítjük meg.



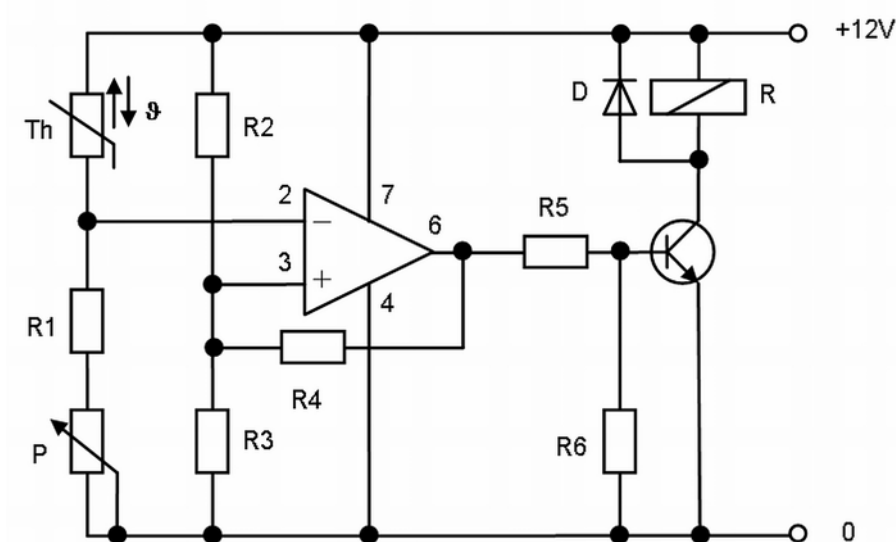
30. ábra. Kétpontos hőmérséklet-szabályozó tranzisztoros Schmitt-triggerrel

A hőmérséklet-szabályozó működése (30. ábra)

Az érzékelő PTC termisztor (Th). Alacsony hőmérséklet esetén kicsi az ellenállása, tehát T1 lezárt állapotban van. R2, R3 ellenállásokon keresztül folyó áram T2-t telítésbe vezérli, a jelfogó (R) hűz, bekapcsolja a fűtést.

Nő a hőmérséklet, nő a termisztor ellenállása, nő $T1 U_{EB}$ feszültsége. Amikor $T1 U_{EB}$ feszültsége eléri az átbillenéshez szükséges értéket, hirtelen nyit, lezárja $T2$ -t, a jelfogó elejt, ami kikapcsolja a fűtést.

A potenciométerrel állítjuk be a kapcsolási hőmérséklet értékét. A diódának védelmi szerepe van, a jelfogó tekercsének megszakításakor fellépő indukált feszültséget zárja rövidre.



31. ábra. Kétpontos hőmérséklet-szabályozó műveleti erősítő Schmitt-triggerrel

A hőmérséklet-szabályozó működése (31. ábra)

Az érzékelő NTC termisztor (Th). Alacsony hőmérséklet esetén nagy az ellenállása. A Th , $R1$, P , $R2$, $R3$ híd úgy van méretezve, hogy ez esetben a műveleti erősítő neminvertáló bemenete (+) pozitívabb, mint az invertáló (-).

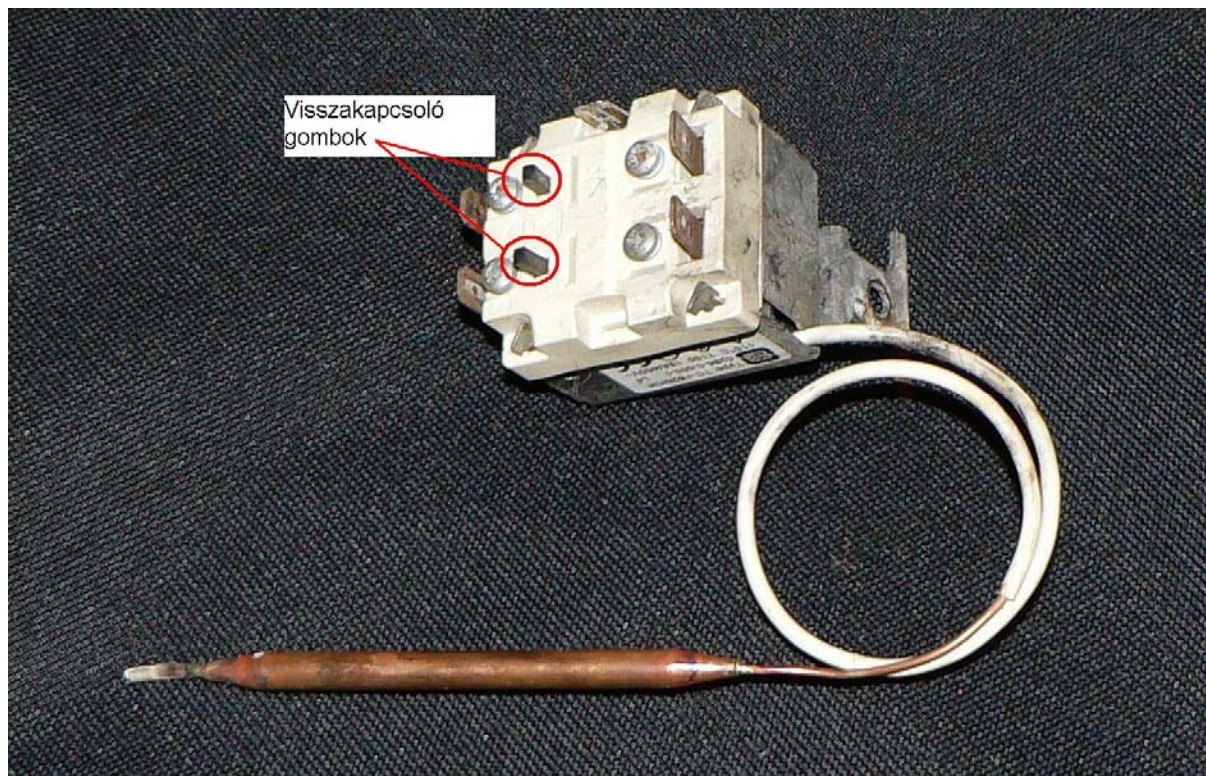
Tehát a műveleti erősítő kimenete tápfeszültségen van, a tranzisztort $R5$ ellenálláson keresztül telítésbe vezérli, a jelfogó (R) húz, bekapcsolja a fűtést.

Nő a hőmérséklet, csökken a termisztor ellenállása, csökken a műveleti erősítő bemenő feszültsége. Amikor a feszültségcsökkenés eléri az átbillenéshez szükséges értéket, a műveleti erősítő kimenetén a feszültség hirtelen leesik, lezárja $T2$ -t, a jelfogó elejt, ami kikapcsolja a fűtést.

Ugyanezekkel az áramkörökkel a jelfogó helyett nullátmeneti kapcsolós szilárdtest-relét (SSR²⁰) alkalmazva teljesen elektronikus, érintkező nélküli kapcsolás valósítható meg. Mindkét áramkör kapcsolási hiszterézisét az alkalmazási igény szerint, a tervezéskor méretezik.

Hőmérséklet-korlátozók

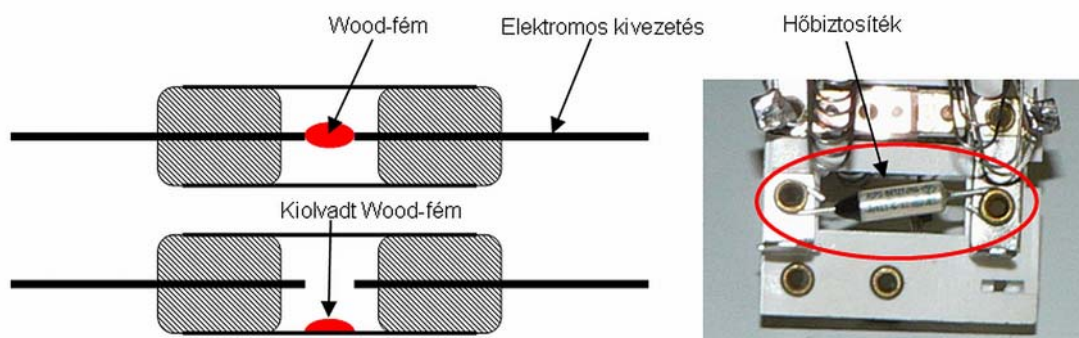
Ha a hőmérséklet-szabályozó meghibásodás miatt nem kapcsol ki, a fűtőtest túlmelegszik, ami komoly veszélyt jelent. Annak érdekében, hogy a biztonság nagyobb legyen, a berendezéseket hőmérséklet-korlátozók védik.



32. ábra. Gőzteniós hőmérséklet korlátozó

A hőmérséklet-korlátozó természetesen magasabb hőmérsékleten kapcsol ki (mint a szabályozó), és nem kapcsol vissza (mint a hőmérséklet-határoló). A hiba kijavítása után, nekünk kell visszakapcsolni.

Legelterjedtebbek a bimetallos, gőzteniós, gáztöltésű és a Wood-fémes hőmérséklet-korlátozók. A Wood-fémes hőmérséklet-korlátozót hőbiztosítéknak is nevezik, az angol: thermal fuse kifejezés után. A Wood-fém ón, ólom, bizmut és kadmium ötvözet, olvadáspontja az összetevők arányával beállítható, $\sim 70\text{ °C} - 250\text{ °C}$.



33. ábra. Wood-fémes hőbiztosíték

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el a Fűtőtestek c. fejezet!

Tanári irányítással:

- Azonosítson különféle berendezésekben, készülékekben fűtőtesteket, nevezze meg őket (fajta szerint) és a részeit!
- Mérje meg egy ellenálláshuzal hosszát, átmérőjét és ellenállását $\sim 20^\circ\text{C}$ -os környezeti hőmérsékleten!
- Számítsa ki a mért értékek felhasználásával az ellenálláshuzal fajlagos ellenállását, ez alapján azonosítsa be a fajtáját.
- Mérje meg egy SiC fűtőelem áramát és hőmérsékletét 3 másodpercenként az állandósult érték eléréséig állandó feszültségen! (A mért értékek felírását célszerű két személynak végeznie.)
- Ábrázolja koordináta-rendszerben a mért és számított adatok alapján az előző fűtőtest teljesítmény/hőmérséklet, valamint ellenállás/hőmérséklet jelleggörbáját (a vízszintes tengelyen a hőmérséklet értékeket tüntesse fel)!

Olvassa el a Hőmérséklet változtatásának módjai c. fejezet!

Tanári irányítással:

- Határozza meg mérésekkel egy főzőlap belső elkötését, azonosítsa a kivezetéseket!
- Rajzolja le egy tűzhelykapcsoló érintkezőállásait minden fokozatban, és határozza meg a főzőlappal való összekötését!
- Ellenőrizze és táblázatban rögzítse egy tűzhelykapcsolós főzőlap áramfelvételét minden kapcsolóállásban!
- Mérje meg oszcilloszkóppal egy fázishasító teljesítmény-szabályozó különböző gyújtásszögénél a fűtőtest feszültségét és ellenőrizze a hőmérsékletét hőmérővel!

Olvassa el a Hőmérséklet-szabályozók c. fejezet!

Tanári irányítással:

- Azonosítson különféle berendezésekben, készülékekben különféle hőmérséklet-szabályozókat, határolókat és korlátozókat, nevezze meg őket (fajta szerint) és a részeit!
- Mérésekkel ellenőrizze és állítsa be különféle hőmérséklet-szabályozók kapcsolási tartományát és hiszterézisét gépkönyvi utasítás, szervizlap vagy más leírás alapján!

Ellenőrizze felkészültségét az Önellenőrző feladatok elvégzésével!

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

- a) Miért törekszenek a gyártás során arra, hogy a fűtőspirál menetemelkedése egyenletes legyen?
- b) Milyen következménye van annak, ha egy szakaszon jóval kisebb a menetemelkedés?

a) _____

b) _____

2. feladat

Mekkora maximális hőmérsékletet (°C) engedélyez a gyártó az alábbi fűtőellenállás-huzalokra? Karikázza be a megfelelőt!

Cekas	Kanthal A-1	Nikrothal 40
1400 1300 1100	1400 1300 1100	1400 1300 1100

3. feladat

Miért veszélyes az azbeszt?

4. feladat

Mely fűtőtestet ismeri fel az alábbi jellemzője alapján?

- a) A fűtőellenállás-huzalnak nincs burkolata, a levegő szabadon áramlik át rajta.

b) A sok kis szigetelővel teljesen befedett fűtőspirál kígyószerűen hajlítható.

c) A fűtőspirál szigetelőhornyokban van elhelyezve.

d) A fűtőspirálra folyékony állapotban öntik a szigetelőanyagot a gyártás során, ami megszilárdulva védi azt.

e) Folyadékba meríthető, kicsi a hőkapacitása.

f) Ha bekapcsolás után eléri az üzemi hőmérsékletet, az ellenállás-növekedése visszaszabályozza fűtőtéljesítményét.

5. feladat

Az alábbi jellemzők közül melyeket használhatjuk közvetlenül a fűtőtest hőmérsékletének megváltoztatására? Karikázza be a megfelelőt!

I	U	R	W	t
---	---	---	---	---

6. feladat

Egy ismeretlen, teljesen burkolt fűtőtestnek négy kivezetése van, a, b, c, d jelölésekkel.

A kivezetések között az alábbi ellenállásértékeket mérjük:

a-b: $150\ \Omega$

a-c: $350\ \Omega$

a-d: $50\ \Omega$

b-c: $200\ \Omega$

b-d: $100\ \Omega$

c-d: $300\ \Omega$

Határozza meg a főzőlap belső elkötését (készítsen kapcsolási rajzot az ellenállások értékének feltüntetésével)!

7. feladat

Mely típusú hőmérséklet-szabályozóra ismer az alábbi jellemzője (tulajdonsága) alapján?

a) A hőmérséklet-változást két egymáshoz rögzített fémlemez elhajlása követi.

b) A hőmérséklet-változást hosszirányú méretváltozás követi.

c) A hőmérséklet-változást gáz térfogatváltozása követi.

d) A hőmérséklet-változást gőznyomás változása követi.

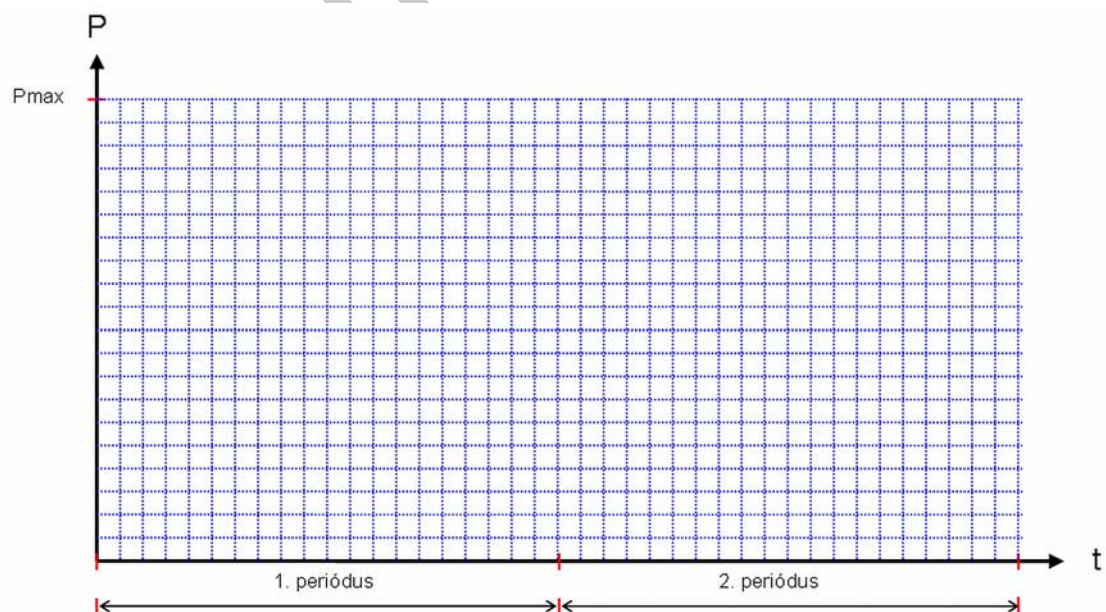
d) A hőmérséklet-változást elektromos jellemző (R , U) változása követi.

8. feladat

Rajzolja le a kétpontos hőmérséklet-szabályozás hőmérséklet-idő jelleggörbét!

9. feladat

Rajzolja le a PWM szabályozás ütemdiagramját 75%-os jel-szünet aránynál 2 periódusra! Jelölje a függőleges tengelyen az átlagteljesítményt!



10. feladat

Melyek a hőmérséklet-szabályozók fő jellemzői?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

MEGOLDÁSOK

1. feladat

a) Miért törekszenek a gyártás során arra, hogy a fűtőspirál menetemelkedése egyenletes legyen?

Az egyenletes legyen a hőeloszlás érdekében

b) Milyen következménye van annak, ha egy szakaszon jóval kisebb a menetemelkedés?

Hőtörlődés lép fel (magasabb lesz azon a szakaszon a hőmérséklet), ennek következtében idő előtti elöregedés, szálszakadás következik be.

2. feladat

Mekkora maximális hőmérsékletet (°C) engedélyez a gyártó az alábbi fűtőellenállás-huzalokra? Karikázza be a megfelelőt!

Cekas	Kanthal A-1	Nikrothal 40
1400 <u>1300</u> 1100	<u>1400</u> 1300 1100	1400 1300 <u>1100</u>

3. feladat

Miért veszélyes az azbeszt?

A levegőben lebegő azbesztszálak belélegzése már igen kis mennyiségben is azbesztózis nevű tüdőbetegséget, illetve egyéb légzőszervi betegséget, okozhat. Bizonyítottan rákkeltő.

4. feladat

Mely fűtőtestet ismeri fel az alábbi jellemzője alapján?

a) A fűtőellenállás-huzalnak nincs burkolata, a levegő szabadon áramlik át rajta.

Szabadszerelésű fűtőtest

b) A sok kis szigetelővel teljesen befedett fűtőspirál kígyószerűen hajlítható.

Kerámiagyöngy szigetelésű fűtőtest

c) A fűtőspirál szigetelőhornyokban van elhelyezve.

Kerámiaidom burkolatú fűtőtest

d) A fűtőspirálra folyékony állapotban öntik a szigetelőanyagot a gyártás során, ami megszilárdulva védi azt.

Kerámiamasszába ágyazott fűtőtest

e) Folyadékba meríthető, kicsi a hőkapacitása.

Csőfűtőtest

f) Ha bekapcsolás után eléri az üzemi hőmérsékletet, az ellenállás-növekedése visszaszabályozza fűtőteljesítményét.

Kerámiaelemes fűtőtest

5. feladat

Az alábbi jellemzők közül melyeket használhatjuk közvetlenül a fűtőtest hőmérsékletének megváltoztatására? Karikázza be a megfelelőt!

I	U	R	W	t
---	---	---	---	---

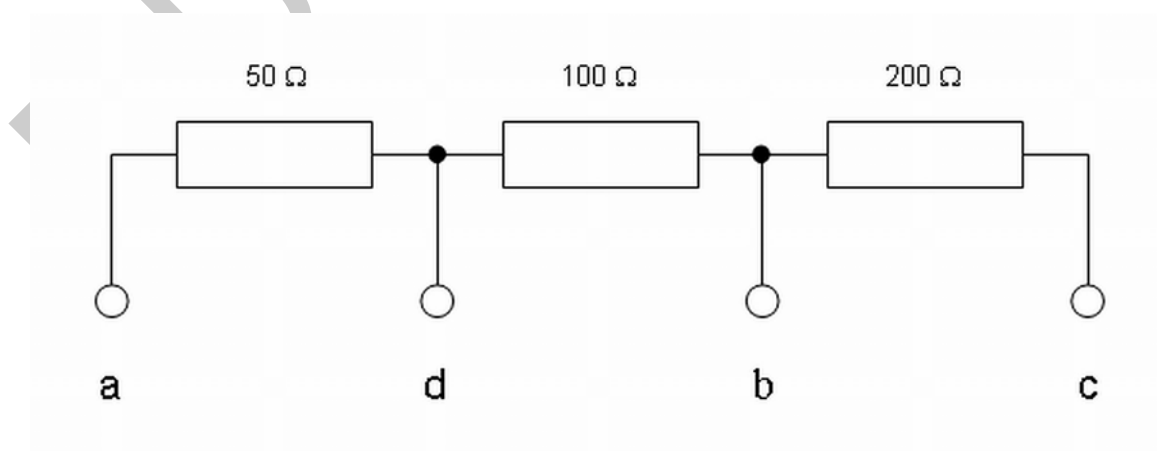
6. feladat

Egy ismeretlen, teljesen burkolt fűtőtestnek négy kivezetése van, a, b, c, d jelölésekkel.

A kivezetések között az alábbi ellenállásértékeket mérjük:

a-b: $150\ \Omega$, a-c: $350\ \Omega$, a-d: $50\ \Omega$, b-c: $200\ \Omega$, b-d: $100\ \Omega$, c-d: $300\ \Omega$

Határozza meg a főzőlap belső elkötését (készítsen kapcsolási rajzot az ellenállások értékének feltüntetésével)!



7. feladat

Mely típusú hőmérséklet-szabályozóra ismer az alábbi jellemzője (tulajdonsága) alapján?

a) A hőmérséklet-változást két egymáshoz rögzített fémlemez elhajlása követi.

Bimetallos

b) A hőmérséklet-változást hosszirányú méretváltozás követi.

Tágulócsőves

c) A hőmérséklet-változást gáz térfogatváltozása követi.

Gáztöltésű

d) A hőmérséklet-változást gőznyomás változása követi.

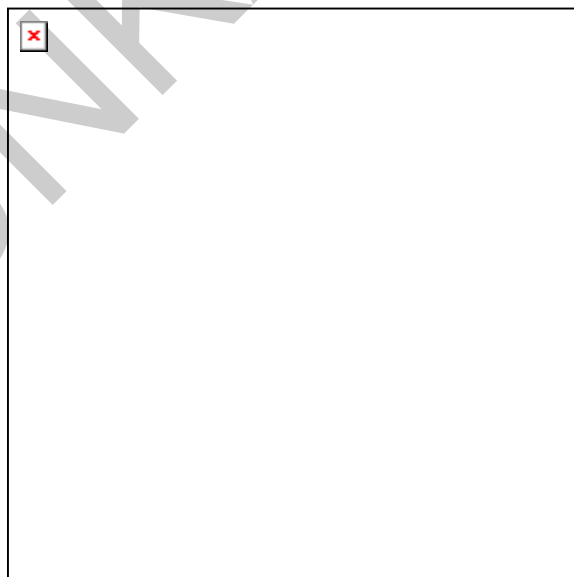
Gőztenziós

d) A hőmérséklet-változást elektromos jellemző (R, U) változása követi.

Elektronikus

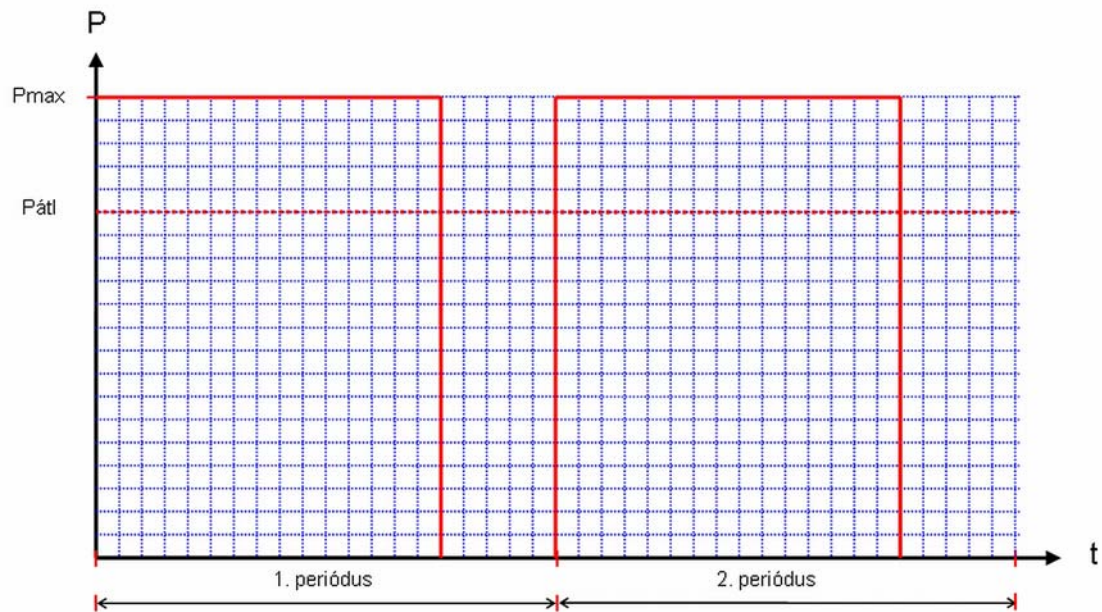
8. feladat

Rajzolja le a kétpontos hőmérséklet-szabályozás hőmérséklet-idő jelleggörbáját!



9. feladat

Rajzolja le a PWM szabályozás ütemdiagramját 75%-os jel-szünet aránynál 2 periódusra! Jelölje a függőleges tengelyen az átlagteljesítményt!

**10. feladat**

Melyek a hőmérséklet-szabályozók fő jellemzői?

Típus

Szabályozási tartomány ($^{\circ}\text{C}$)

Hiszterézis ($^{\circ}\text{C}$)

Névleges feszültség (U)

Megszakítóképesség (A)

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

A Carbo Ipari és Kereskedelmi Betéti Társaság honlapja <http://futobetet.hu>

Fairchild Databooks: μ A742 zero crossing AC trigger-trigac
<http://www.datasheetarchive.com/pdf-datasheets/Databooks-1/Book201-1177.pdf>

Danás Miklós: Elektromos hőkészülékek működése és javítása – Tanfolyami jegyzet

Danás Miklós: Mikrohullámú sütők működése és javítása – ÉRÁK, Miskolc 1996

AJÁNLOTT IRODALOM

Szarka Sándor: Háztartásigép-szerelő szakmai ismeret I. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1996.

Kliment Tibor: Háztartási gépek a háztartás-elektronikai műszerészek számára Műszaki Könyvkiadó Budapest, 2005

Ferenczi Ödön: Teljesítmény-szabályozó áramkörök Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1981

Lóska Péter: A triac és kapcsolástechnikája Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1982

A(z) 1398-06 modul 007-es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 522 01 0000 00 00	Elektromos gép- és készülékszerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
23 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató