



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

A DILATOMÉTERES BERENDEZÉS MODERNIZÁLÁSA HŐSZABÁLYOZÁSSAL

GAGYI László, BITAY Enikő, KAKUCS András, FILEP Emőd

Abstract

This article gives a description of the modernization of the dilatometer in one of the labs at Sapientia EMTE . It presents the capabilities of said machine, and points out the shortcomings in with it's measuring accuracy, which is planned to be overhauled with an analogue PID controller. Furthermore it discusses the nature of the controller and it's application.

Keywords:

PID, dilatometer, temperature control

Összefoglalás

A dolgozat leírást ad a Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem (EMTE) anyagtudomány-laboratóriumában található dilatometer modernizálásáról. Bemutatja a készülék felhasználását és méréseinek javítása érdekében történő, egyik újítást, amely a fűtésrendszer analóg PID-szabályozóval való irányításáról szól. Szóba kerülnek az effajta szabályozás előnyei, típusa és használata.

Kulcsszavak:

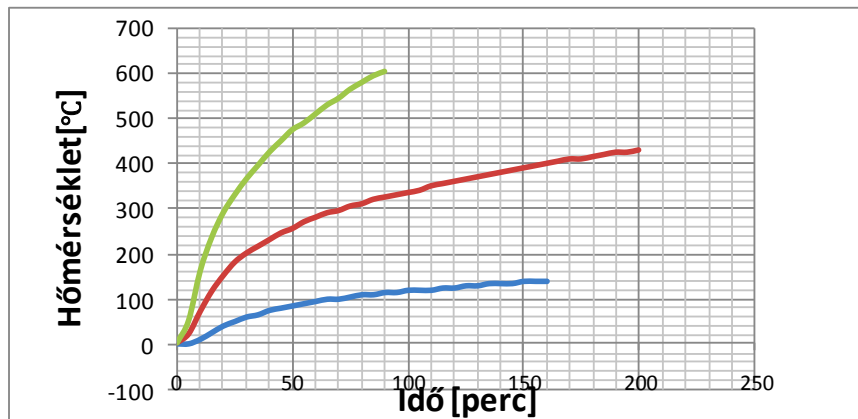
PID, dilatometer, hőmérséklet-szabályozás

Bevezetés

A dilatometer létfontosságú eszköz az anyagok α hőtágulási együtthatójának mérésében. Ez az együttható kifejezi az anyagoknak azt a hajlamát, hogy megváltoztassák térfogatukat a hőmérséklet változása következtében. Hengeres próbatesteknél viszont a hosszanti megnyúlás a számottevőbb. E megnyúlás mérésére hivatott a cikkemben említett Feutron differenciál dilatometer. Mivel fontos, hogy pontos mérési eredményt kapjunk, célszerű a készülék fűtésgörbéjének a linearizálása. Ezt egy PID-típusú szabályzó áramkörrel kívánjuk elérni.

A berendezés fűtésének kezdeti helyzete

A dilatometer a próbadarabot egy ellenállásos kemencében melegíti fel a kívánt hőmérsékletre, állandó fűtőáram mellett. A fűtéshez szükséges áramot egy autotranszformátor hozza létre, aminek fűtőáramát, ami legfeljebb 7A lehet, elektromechanikus módon lehet állítani.

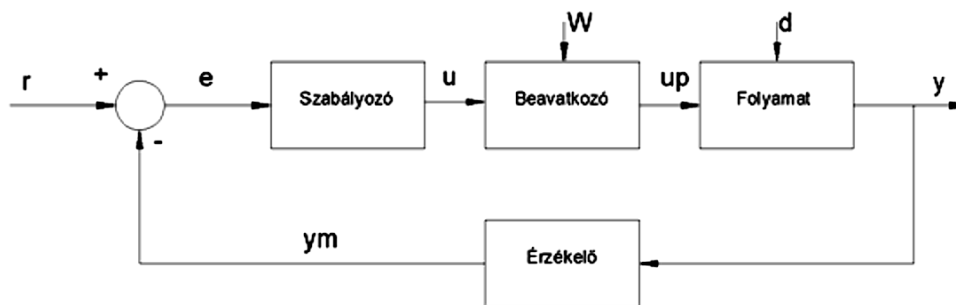


1. ábra. A fűtőkör régi fűtési görbéje.

Amint az 1. **ábrán** is látható, a szabályozás nélküli fűtés hamar elveszíti kezdeti linearitását és platózik egy bizonyos hőmérsékleti értéknél. Ez érthető, mert adott áram mellett a kemence véges értékre képes felmelegedni. A linearitás elvesztésére pedig az a magyarázat, hogy minél jobban felmelegedik a kemence, annál több hőt ad le a környezetének, a hőmérsékletkülönbség miatt. A mérnöki feladat tehát ezen a két tényezőn segíteni.

A szabályozás

A megoldás abban rejlik, hogy nem folytonos fűtőárammal fűtjük a kemencét, hanem a környezetnek leadott hőhöz és egy kiválasztott melegedési sebességhez korrigált árammal. Ehhez a feladathoz a ma már rendkívül széleskörűen használt PID-szabályozót alkalmazzuk.



2. ábra. A szabályozási hurok. Ahol: r – előírt érték; e – szabályozási hiba; u – beavatkozó jel;

u_p – a folyamat bemenete; y – folyamat kimenete; y_m – mért kimenet

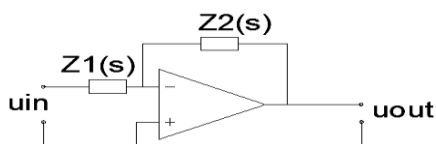
A 2. **ábrán** látható, hogy a PID-szabályozó csak egy része az általános szabályozó topológiának, amit visszacsatolt szabályozási huroknak nevezünk. Ennek a rendszernek az egyetlen kinti bemenete a megadott referenciaérték, amit a szabályozóhurok igyekszik elérni és tartani. Látható, hogy a szabályozó a referencia és a mért kimenet különbségét, a hibát kapja bemenetként, és így a hiba

függvényében cselekszik. Az említett szükségesség, hogy az áram mi szerint kellene változzon, így az 'r' és 'y_m' paraméterrel jut kifejezésre a rendszer modelljében. Továbbá a szabályozó által generált beavatkozójel irányítja a beavatkozónak az energiafelvételét, ez esetben az áramfelvételt, ami a folyamat bemenetét képezi, tehát a fűtést. Itt jut be a legtöbb zaj a rendszerbe, aminek a nagyságát, a 'd' paraméter adja meg. A kilépő jelet az érzékelő átalakítja a szabályozó által használható jellé így zárva a hurkot. A rendszer kimenete egy PWM-jel generátorhoz van kötve, amely egy tirisztorral szaggatja az áramot. A rendszer bemenetére viszont még egy deriváló tag kerül, ami deriválja és megfordítja az előjelét a Ni-CrNi hőelemen eső millivolt nagyságrendű feszültségváltozásnak.

A figyelmet a vezérlő központi részére fordítva, elkülöníthető a 3 összetevő része, mint ahogyan a neve is utal rá:

- P – proporcionális tag;
- I – integráló tag;
- D – deriváló tag.

A három tagnak a válaszeléből lesz a beavatkozójel, miután egy összegző áramkör összeadja.



3. ábra. PID-szabályozó tagjainak általános alakja

A 3. ábrán látható a 3 tagnak az általános alakja és eszerint az átviteli függvénye:

$$H(s) = \frac{Z_1(s)}{Z_2(s)}. \quad (1)$$

Így tehát mindhárom fajta tagot képezni tudjuk, ha:

- P tagot szeretnénk, akkor Z_1 és Z_2 helyére is ellenállást kell helyezni;
- I tagot szeretnénk, akkor Z_1 helyére ellenállást, viszont Z_2 helyére kondenzátort;
- D tagot szeretnénk, akkor Z_1 helyére kondenzátort és Z_2 helyére ellenállást.

Mindhárom tagra érvényes átviteli függvény:

$$H_{PID}(s) = K_P \left(1 + T_d * s + \frac{1}{T_i * s} \right), \quad (2)$$

ahol:

- K_P – a proporcionális tag erősítése: $K_P = R_{P2}/R_{P1}$;
- T_d – a deriváló tag deriválási ideje: $T_d = R_D * C_D$;
- T_i – az integráló tag integrálási ideje: $T_i = R_I * C_I$.

A (2)-es képletbe behelyettesítve a tagok saját áramköri elemeit megkapjuk a PID-szabályzó paramétereit az áramköri elemek értékeinek függvényében, lehetővé téve a finomhangolást:

$$H_{PID}(s) = \frac{R_{P2}}{R_{P1}} \left(1 + R_D C_D * s + \frac{1}{R_I C_I * s} \right). \quad (3)$$

A gyakorlati kialakításnál ebbe az áramkörbe szükség van még szűrőelemeket beépíteni és finomhangolni a szabályzót, hogy ne legyen túllövés, mert a kemence termikus tehetetlensége nagy.

Következtetés, eredmény

A kezdeti problémából kiindulva, amit a Feutron differenciális dilatometer korszerűtlensége jelentett, modern PID-hőszabályzás segítségével elértük, hogy a lineárisabb fűtés során nagyban növekedjen a mérési pontosság. Ez annak tudható be, hogy az egyenletes fűtés miatt minimalizálódnak a termikus tehetetlenségek és a próbadarabban a termikus feszültségek. Így a berendezés méltó helyet kaphat a napjainkban folyó tanításban.

A tanulmány az Erdélyi Múzeum-Egyesület „Anyagtudományi kutatások. Anyagok mechanikai tulajdonságait vizsgáló berendezések elemzése, oktatási laboratóriumfejlesztés.” 574.12.1/P.2/WEK 2011-es kutatási projekt támogatásával készült.

Irodalom

- [1] Bitay Enikő: *Dilatometeres vizsgálat. Laboratóriumi jegyzet.* Sapientia – EMTE. Marosvásárhely, 2009, 1–8.
- [2] M.J. Verdonschot: *Design of a digital closed loop temperature control system for a dilatometer.* Eindhoven University of Technology - Department of Mechanical Engineering, Eindhoven, 2008, 3–25. (Diplomamunka)
- [3] Márton Lőrinc: *Irányítástechnika,* Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2009, 46–85.
- [4] Bitay Enikő – Bagyinszki Gyula: *A műszaki anyagtudomány gyakorlatorientált oktatási struktúrája.* MTF-FMTÜ XVI., EME, Kolozsvár, 2011. 47–58.
- [5] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Anyagtudományi gyakorlat-modulok a gépész és mechatronikai mérnök képzésben.* MTF-FMTÜ XVI., EME, Kolozsvár, 2011. 5–16.

Gagy László-Csaba
III. éves egyetemi hallgató
g_lacko@yahoo.com

Bitay Enikő
egyetemi docens
ebitay@ms.sapientia.ro

Kakucs András
egyetemi docens
kakucs2@yahoo.com

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Gépészmérnöki Tanszék, 540485, Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.c.