

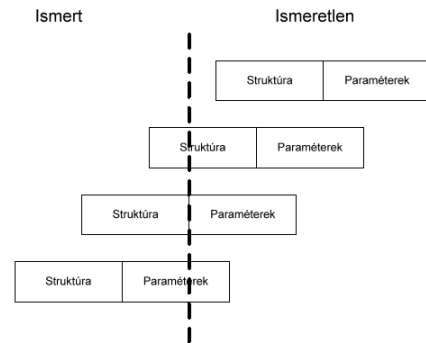
3. Akt¹ modell (a meztelen igazság?)

A modell mint a mérés feltétele, ill. eredménye

A megismerés minden fokának van valamilyen előzménye.

1. A megismerés iránti óhaj és a mérési feladat specifikálása között meglehetősen nagy a távolság, hiszen utóbbi azon jellemzők rögzítését igényli, amelyek lényegesek a jelenség vizsgálatához. A rendelkezésre álló előzetes (apriori) ismeretek rendezett, formális kifejezése a modell, amely kiemeli a valóság – meghatározott célból – fontos részeit. A modell egyrészt segíti a megértést, a mérés megtervezését (tehát feltétel), ugyanakkor a méréssel szerzett új (aposteriori) információ alkalmas a modell „finomítására”, új összefüggések felismerésére (eredmény). A modellezés és a mérés összekapcsolódó, iteratív folyamat, amely kiszámíthatóvá és kezelhetővé teszi a környezetünkben található rendszereket.

A rendszerelemek kijelölése (szeparáció), a lényeges elemek kiemelése (szelekció), az elemek kapcsolatainak, kölcsönhatásainak rögzítése (strukturálás, alaptörvények, paraméter- és állapot-leírás) alapvető részei a modell felépítésének („átlátszó” rendszer, ún. *fehér* /nyitott/ doboz). Ha a struktúra adott, csak paraméter-meghatározás a feladat; ha részben vagy teljesen ismeretlen, akkor a „próbálgatás” (intuíció) is szerepet kap. Egyedi rendszer vizsgálatánál a mérés a szabályszerűségek feltárásával bepillantást enged az eddig rejtett összefüggésekbe (ún. *fekete* /zárt/ doboz vizsgálat).



A mérés a tudományos kutatás alapja, de közkeletű tévhit, hogy „a tudományos megismerés a méréssel kezdődik”. Valójában fogalmi és logikai műveletek egész sorának kell megelőznie a mérési folyamatot.

Csakis a kvantitatív fogalmak kialakulása teszi lehetővé a tényleges gyakorlati kvantifikációt, a mérési eljárás kidolgozását.

2. Egy objektumnak több eltérő, cél-függő modellje is lehet. A *funkcionális* modell blokk-vázlat, folyamatábra formájában rögzíti ismereteinket; a *fizikai* modell a részletek (pl. áramkörök) elemzésével vagy kicsinyítés révén, hasonlósági (kisminta) törvények alapján közelíti a valóságot; a *matematikai* modell az összefüggések (egyenletek) feltárásával és számítógépes szimulációval segíti az előrelátást.

A részletek tudatos elhagyása gyakran költséget minimalizálhat, a túl egyszerű modell azonban helytelen következtetésekre is vezethet, ez tehát mindig mérlegelés tárgya (ún. gazdaságossági elv). A sikeres modellalkotás széleskörű fizikai, technológiai és konstrukciós ismereteket is igényelhet.

A mérés megtervezésének előfeltétele, hogy a célnak megfelelő, optimális modell álljon rendelkezésre, mert

- a választott modell meghatározza a szükséges mérés technikai apparátust,
- a konkrét mérés tárgya a modell valamely paramétere,
- az eredmény értelmezése kapcsolódik a modellhez, ami pontossági korlátot is szab(hat) a mérési eljárásra.

¹ Alapos, konkrét tudás

3. A modell mindig egyszerűsíti a – szinte áttekinthetetlenül bonyolult – valóságot. A legnehezebb lépés a jelenség olyan leegyszerűsítése (absztrakció), amely annak alapvető jellegét nem változtatja meg, ugyanakkor kvantitatív tárgyalásra alkalmas.

Ez könnyű pl. kétkarú mérleg esetén, mert a „mérleg modell” (egy pontban alátámasztott, súrlódásmentesen mozgó, merev emelő) a „valóságos mérleg” igen jó közelítése, és elfogadjuk az egyensúly feltételét (mert mi indokolná, hogy ne így legyen): egyenlő hosszú karon egyenlő tömegek esetén van kiegyenlített állapot.

Az ember ösztönösen modellez. Ha pl. a Föld-Hold távolság a kérdés, akkor – leegyszerűsítve – pontszerűnek gondoljuk a két égitestet.

4. (a) Elektronikus áramkörökben alapvető *passzív* alkatrész pl. az **ellenállás**, amit önmagában (a környezetéből kiemelve) többféle módon is modellezhetünk.

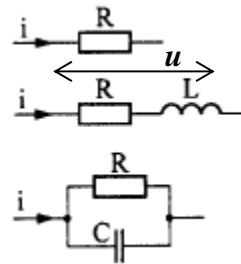
Az *R rezisztencia*, fizikai megvalósításban az ellenállás ideális modellje:

(1) $u[V] = R[\Omega] \cdot i[A]$ (Ohm-törvény)

Valóságos ellenállások jellemzéséhez – különösen **váltakozó áramú** körben (a frekvenciafüggő viselkedés leírásához, első lépésben) – soros induktivitást vagy párhuzamos kapacitást is figyelembe vehetünk:

(2) $u = R \cdot i + L \cdot (\Delta i / \Delta t)$, ahol **L induktivitás** (külön fizikai megvalósításban: tekercs)²

(3) $i = u/R + C \cdot (\Delta u / \Delta t)$, ahol **C kapacitás** (külön fizikai megvalósításban: kondenzátor)³
További finomítás lehet termikus zajfeszültség, csatlakozási kontaktpotenciál, disszipáció-függés (hőterhelés miatt fellépő értékváltozás), feszültség-szint-függés, stb. figyelembe vétele – a feltételektől függően (illetve attól, hogy milyen ismereteink vannak az alkatrészről).



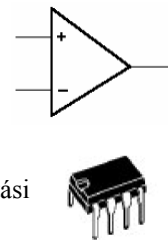
$u = Ri$

$u = Ri + L \frac{di}{dt}$

$i = \frac{u}{R} + C \frac{du}{dt}$

(b) Fontos *aktív* elem pl. a **műveleti erősítő**. Első közelítésben ideális modellt használunk (csak az eszköz funkcionális szerepe mérvadó):

- csakis a két bemenő (+, -) pont közötti potenciálkülönbséget erősíti
- az erősítés igen nagy (→ “végtelen”). Ennek az a következménye, hogy a két bemenő (+, -) pont közel azonos potenciálon van (ilyen esetben pl. ha az egyik (+) föld-potenciálú, ekkor a másik is az: “virtuális föld”), kivétel: komparátor működés (!)
- a bemenő impedancia igen nagy (→ “végtelen”), vagyis nem folyik áram az erősítőbe
- nincs nullponthiba (ofszet feszültség) és nincs ofszet áram
- a kimenő impedancia igen kicsi (→ “zérus”), azaz belső impedancia nélküli, “igazi” feszültségforrás a kimenet (és “bármekkora” áramot képes leadni vagy elnyelni)
- a sávszélesség igen nagy, más szóval nem frekvenciafüggő az átvitel (és így pl. stabilitási kérdések sem merülnek fel)
- nincs telítés (vagyis a tápfeszültség és így a korlátozott kivezérlés hatásától eltekintünk)



Praktikusan tehát a (negatív) visszacsatoló hálózat határozza meg az átvitelt (gondoljunk a jól ismert invertáló vagy nem-invertáló alkapcsolásra).

² Elsősorban *kis* értékű ellenállás esetén, a „parazita” induktivitás modellezése

Váltakozó áramú körben a tekercs (induktivitás: **L**) és a kondenzátor (kapacitás: **C**) – mechanikai hasonlattal élve – „tehetetlenséggel” rendelkezik a **változással** szemben (ezt Δ jelöli):

(1) a tekercsben felépülő mágneses tér (a Lenz-törvény értelmében) a növekvő áramot csökkenti (és a csökkenőt növeli), más szóval az **áram** fázisa 90° -kal **lemarad** a feszültséghez képest. (A Φ fluxus [Wb: weber] értéke: $L[H] \cdot \Delta i[A] = u[V] \cdot \Delta t[s]$.)

(2) a kondenzátor lemezei közt a dielektrikumban felépülő (ill. összeomló) elektromos tér a feszültség kését okozza, most tehát az **áram** 90° -kal **siet** a feszültséghez képest. (A Q töltés [C: coulomb] értéke: $C[F] \cdot \Delta u[V] = i[A] \cdot \Delta t[s]$.)

³ Főként *nagy* értékű ellenállásoknál, a „szórt” kapacitás modellezése