

AUTOMATIZÁLT MÉRÉSVEZÉRLÉS

**Kovács Attila mérnök őrnagy
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Fedélzeti rendszerek tanszék**

A különböző mérési eljárások, megfelelő tulajdonságú eszközök birtokában, végrehajthatók automatizált mérésvezérléssel. A módszer különösen aktuális azokban az esetekben, amikor az ember fizikailag nem lehet jelen a mérés helyszínén, illetve amikor adott mérési tartományban nagyszámú mérési pontról és a mérési eredmények további feldolgozásáról van szó. A szerző célja a téma körüljárása egy cikksorozat keretén belül. Az elméleti alapok áttekintése után a cikkben felvetett probléma egyfajta megválaszolásával szeretném az olvasó érdeklődését felkelteni a téma iránt.

BEVEZETÉS

A környező világ megismerésére való törekvés egyidős az emberiség történelmével. A mérés az emberi érzékszervek által pontatlanul vagy egyáltalán nem érzékelhető jelenségekről, folyamatokról való ismeretszerzés fontos eszköze. Az egzaktásra törekvő tudományterületek a természet jelenségein végzett mérésekre épülnek. Egy mérés megtervezése, elvégzése és kiértékelése elméleti, műszaki és módszertani apriori ismereteket feltételez.

Ezeknek az ismereteknek a fő elemei a következők:

A méréselmélet, ami a méréssel összefüggő elméleti, általános, elvi problémákkal, a mérési eljárások információátviteli tulajdonságaival foglalkozik.

A mérés technika egy konkrét mérési probléma megoldását segítő módszerek összességét foglalja magában.

A műszertechnika feladata a konkrét mérések elvégzéséhez szükséges eszközök, berendezések létrehozása.

A metrológia az alap- és leszármaztatott egységek előállításával, valamint a műszerek és mérési eljárások nagy pontosságú hitelesítésével foglalkozik.

A mérés kialakításakor lényeges szempont a mérés megismételhetősége és

reprodukálhatósága. További szempontot képviselnek a gazdasági, személyi, műszerezettségi stb. adottságok.

A *megismételhetőség* alatt az egyforma feltételek — mérési módszer, eszköz, személy, használati környezet — mellett többször megismételt méréssel kapott mérőszámok egymással való megegyezése értendő.

Reprodukálhatóság alatt azt értjük, hogy az adott fizikai jellemzőt különböző mérési eljárásokkal, eszközökkel, személyekkel, használati körülmények között, nagy időközzel mérve az eredmények megegyeznek.

A keresett fizikai mennyiség megfelelő pontosságú meghatározásához — a mérési tartományon belül nagyszámú mérési pontot tartalmazó — mérési sorozatok végrehajtása szükséges. A mérés megismételhetőségének egyik kritikus pontja az emberi tényező. Minél gyakorlatlanabb a mérő személy annál nagyobb lehet a pontatlanság. A különböző fizikai mennyiségek mérésére készültek célműszerek. Ezek közös jellemzője, az összes jó tulajdonság mellett, hogy felhasználási területük szűk, adott mérési intervallumba az előre beállítható mérési pontok száma korlátozott és drága.

A fent említettek a következő problémákat vetik fel:

- A mérést végző személynek milyen a felkészültsége?
- Amit mérni akarunk, igényel-e célműszert?
- A mérésen belül mennyi a mérési pontok száma?
- Vannak-e olyan eszközök, melyek alkalmasak, vagy alkalmassá tehetők különböző fizikai jellemzők meghatározására?

A felvetett kérdések megválaszolására több lehetőség van. Ezek közül egyet kívánok megemlíteni.

- A mérést végző a mérés elsajátításának stádiumában van, tehát gyakorlatlan.
- A mérés célműszert igényel.
- Olyan jellemzőket mérünk, melyek megfelelő pontosságú meghatározása mérésenként nagy számú mérési pont felvételét igényli.
- Vannak olyan eszközeink, amelyek adott módon alkalmassá tehetők a nagy értékű célműszer kiváltására.

A kérdések és a kapott válasz a mérést végző számára kínálja a lehetőséget, hogy próbáljon alternatív megoldást találni.

A MÉRŐRENDSZER

A korszerű műszerek tulajdonsága a programozhatóság. Ez lehetővé teszi a mérőműszerek, mérőkészülékek, jelátvivő és jelfeldolgozó egységek, adatregiszt-

ráló készülékek és vezérlők szabványosított információs kapcsolatokkal való rendszerbe szervezését. Az így kapott eszköz-együttest *mérőrendszernek* nevezük.

A mérőrendszer alkotó elemei az adott rendszerben betöltött konkrét funkcióknál általában sokkal általánosabb felhasználhatósággal rendelkeznek.

Jellemzője a mérőrendszernek a rugalmasság, a bővíthetőség, a jelfeldolgozási és vezérlési funkciók általánosítása és számítógéppel való megoldása. A mérőrendszer sajátossága — korunk technikai színvonalának köszönhetően — a komfortos kezelői felület. A mérőrendszer kezelőjének nem kell ismerni a bonyolult rendszer struktúráját.

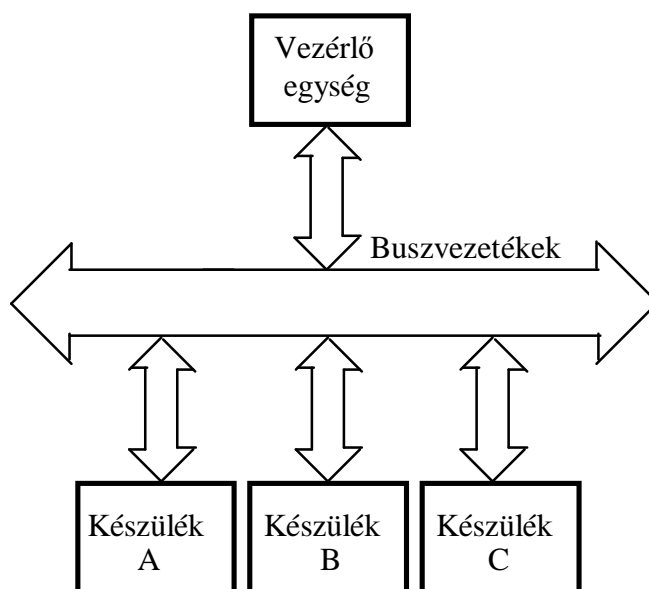
A számítástechnika fejlődése és a műszergyártás egymással szoros összefüggésben vannak. A nagy műszergyártó cégek egymás után jelentetik meg programozható mérőkészülékeiket. Az automatikus mérőrendszerek iránti érdeklődés nagy. Az érdeklődést igazolja az elgondolás, mely szerint sok esetben célszerűbb és gazdaságosabb a meglévő, az elvárásoknak megfelelő műszerpark felhasználásával vagy annak kisebb volumenű bővítésével mérőrendszert kialakítani, mint célműszereket beszerezni.

AZ IEC INTERFÉSZ RENDSZER

Ha automatizált mérőrendszer kialakítása mellett döntünk, az első probléma a mérőrendszert alkotó műszerek illesztése. A probléma megoldására az IEC /International Electrotechnical Commission/ javaslatot tett egy általános célú, mérőműszerek számára használható, szabványosított interfész kidolgozására. Az interfész rendszer kidolgozásában úttörő munkát végzett a Hewlett Packard cég. Az első próbálkozások 1965-ben kezdődtek. 1974-ben a HP javaslatokon alapuló dokumentumtervezetet az IEC elfogadta. 1975-ben a Villamos és Elektronikai Mérnökök Intézete /Institute of Electrical and Electronics Engineers/ kiadta az IEEE-488/1975 nevű dokumentumot „Digitális interfész programozható műszerek számára” címmel, mely tartalmazza az amerikai szabványú interfész rendszer elektromos, mechanikus és funkcionális specifikációit. Az IEEE-488 felülvizsgálata 1978-ban történt meg. 1980-ban az IEC publikálta az IEC 625-1 dokumentumot „Interfész rendszer programozható mérőkészülékek számára” címmel. A dokumentum a készülékek összekapcsolásához szükséges mechanikai, elektromos és funkcionális követelményeket definiálja. Az IEC 625-2. közleményben szabványosított kód- és formátum megállapodásokat fektettek le.

Az IEC interfész szerkezete a buszvezeték rendszeren alapszik. A „csillag”-rendszerrel ellentétben, ahol minden egyes műszer külön-külön van a központi

egységhez kapcsolva a saját vezérlő vezetékkötegen keresztül, a buszvezeték-rendszerben minden műszer össze van kapcsolva egymással egy közös vezetékkötegen, a „buszon” keresztül. Az adatátvitel az IEC buszon bájt-soros, bit párhuzamos. Az IEC interfész rendszer előnye, hogy nem jelentkeznek kábelezési problémák, és a rendszer bővítése nagyon egyszerű. Minden olyan műszer, amelynek van IEC interfésze, egy rendszerben együtt használható, attól függetlenül, hogy ki és hol gyártotta.



1. ábra

Az IEC interfész rendszer elve

Az IEC interfész rendszerek jellemzői:

A különböző adatsebességű készülékek probléma nélkül összekapcsolhatók. Az adatok közvetlenül, vezérlő készülék közreműködése nélkül, átvihetők két készülék között. Az aszinkron átviteli sebesség maximum 1Mbajt/sec.

Az IEC 625 busz, melyet IEEE-488, HP-IB, ANSI MC 1.1 és GPIB néven is ismernek, egy nemzetközileg elfogadott szabvány, és egyre több és több készüléket terveznek, melyek képesek ebben a rendszerben működni. Az interfész-rendszer teljesen jellemezhető a funkcionális, elektromos, mechanikus és működési specifikációja alapján.

- FUNKCIONÁLIS: A megengedett interfész-funkciók összessége és azok leírása (alkalmazás független).
- ELEKTROMOS: Logikai szintek, protokoll, lezárás, időzítés stb. (alkalma-

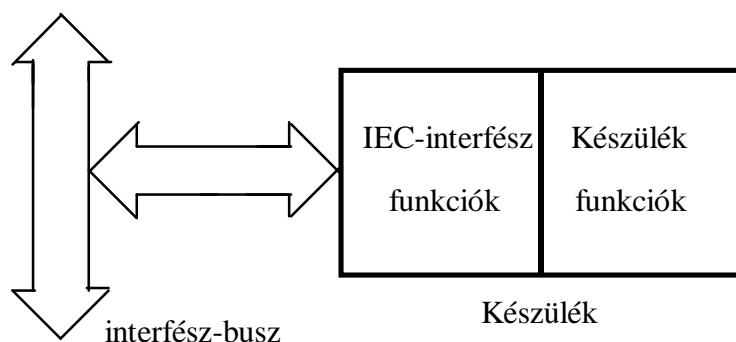
zás független).

- MECHANIKUS: Csatlakozó, szerelvény, kábel-összeállítás (alkalmazás független).
- MŰKÖDÉSI: A megengedett készülékfunkciók összessége és azok logikai leírása (alkalmazás függő).

Az IEC rendszerben a különböző készülékek között az összeköttetés 16 párhuzamos vezeték tartalmazó buszkábelen valósul meg. Egy IEC buszra maximum 15 készülék kapcsolható. A nagysebességű adatátvitel biztosításához az összekötő kábel hossza két készülék között nem haladhatja meg a két métert. A teljes kábelhosszúság egy IEC rendszerben maximum 20 méter lehet.

Minden IEC busz-kompatibilis műszer a szabvány követelményeinek megfelelően van kialakítva. Egy ilyen műszer felépítése látható a 2. ábrán.

Az IEC funkciókon kívül természetesen minden műszernek megvannak a saját speciális műszerfunkciói. Az IEC interfész szerkezete az adott műszer tulajdonságaitól függ.



2. ábra

Egy IEC buszhoz kapcsolt készülék funkcióinak megoszlása

Az IEC-busz kompatibilis műszereket a következő osztályokba sorolhatjuk:

- HALLGATÓ: Olyan készülék, amely képes címzett állapotban adatok vételére. Egyidejűleg maximum 14 aktív hallgató lehet a rendszerben.
- BESZÉLŐ: Olyan készülék, amely képes címzett állapotban adatok továbbítására. Egyidőben csupán egy aktív beszélő lehet a rendszerben.
- VEZÉRLŐ: Olyan készülék, amely képes kiosztani az információátvitelben a beszélő és hallgató szerepeket (önmagát is bele értve). Egyszerre csak egy aktív vezérlő lehet a rendszerben. Többvezérlős rendszerben csak egy vezérlő lehet rendszervezérlő (master).

Minden készüléknek van címe. Mielőtt egy adott készülékpár között bármilyen adatátvitel megindulna, a vezérlőnek meg kell címeznie a készülékeket. A

vezérlő általában valamilyen számítógép, azonban bármilyen készüléknek adható vezérlőfunkció az IEC interfészben. Az IEC busz rendszer műszerei között a kommunikáció jól definiált szabályok szerint zajlik. Egyszerre csak egy készülék beszélhet, adhat adatot a buszra, míg több készülék is hallgathat, üzenetet vehet. Az információátvitel sebessége automatikusan alkalmazkodik az információ- feldolgozásban részt vevő készülékek közül a leglassúbb sebességéhez. Az előzőekben említett interfész-funkciókon — beszélő, hallgató, vezérlő, rendszervezérlő — túl az IEC interfész más funkciókat is tartalmazhat.

Ezek a következők:

- RENDSZERVEZÉRLŐ: A készüléket képessé teszi interfész-törlés (IFC) és távvezérlés-engedélyezés (REN) üzenetek küldésére.
- VEZÉRLŐ: A készüléket képessé teszi többvezetékes interfész üzenetek (címek, univerzális és címzett parancsok) küldésére. Ez a funkció teszi lehetővé, hogy a készülék tudjon válaszolni egy kiszolgáláskérésre, továbbá, hogy végrehajtsa egy párhuzamos lekérdezést. Ez a funkció engedélyezi a szóban forgó készüléknek, hogy átvegye, illetve átadja a vezérlést a buszon egy másik készüléktől, illetve egy másik készüléknek.
- BESZÉLŐ: A készüléket képessé teszi arra, hogy adatokat küldjön a buszon keresztül más készülékeknek. Státuszajtok küldése is ezen a funkción keresztül valósul meg.
- HALLGATÓ: A készüléket képessé teszi arra, hogy adatokat vegyen egy másik készüléktől.
- FORRÁSOLDALI HANDSHAKE: Az adatátvitel szinkronizálására szolgál, amikor a beszélő-funkció adatajtokat (mérési adat), vagy a vezérlő-funkció interfész-üzeneteket küld a buszra.
- VEVŐOLDALI HANDSHAKE: Az információ (pl. kijelzendő adatok a hallgató funkció számára, vagy interfész-üzenetek) vételének szinkronizálására szolgál.
- KÉSZÜLÉKTÖRLÉS: Lehetővé teszi, hogy a műszer készülékfunkcióját a vezérlő egy előre meghatározott alapállapotba helyezze.
- KÉSZÜLÉKINDÍTÁS: Egy vagy több készülék indítására, vagy egyidejű mérések elkezdésére szolgál.
- TÁVVEZÉRLÉS/HELYIVEZÉRLÉS: Lehetővé teszi, hogy a műszer különböző készülékfunkcióit táv- vagy helyi vezérléssel működtessük.
- KISZOLGÁLÁSKÉRÉS: Lehetővé teszi, hogy egy műszer közölje a rendszervezérlővel, ha valami történt, és kérje a rendszervezérlőt a megfelelő speciális művelet végrehajtására.
- PÁRHUZAMOS LEKÉRDEZÉS: Lehetővé teszi, hogy a műszer a nyolc adatvonalon keresztül státuszadatokat továbbítsa, miután a vezérlő erre felkérte.

Az IEC busz 16 vezetéke három csoportra osztható.

- ADATSÍN: A nyolc bemenő/kimenő adatvezeték (DIO 1-8) adatbájtok, címek, programutasítások, státusz bájtok és speciális buszparancsok átvitelére szolgál. Egy adatbájt nyolc párhuzamos adatbitből áll. Az IEC buszon történő adatátvitel bájt-soros, bit-párhuzamos. Az adatátvitel kétirányú, aszinkron rendszerű. A maximális átviteli sebesség 1Mbájt/sec.
- ADATBÁJT TOVÁBBÍTÓ VEZÉRLŐSÍN: Az üzenetek átvitele az adatbájt-átvitelt vezérlő (handshake) vezetékek segítségével történik adatmódban és parancsmódban egyaránt. Egy adatbájt átvitele során a forrásoldali handshake funkció az adó készülék IEC interfészében, a handshake funkció a vevő készülékben aktív. Fontos, hogy, a beszélőnek nem szabad addig üzenetet küldenie, amíg a megcímzett hallgató nem képes azt venni, valamint a beszélő nem működhet gyorsabban, mint a leglassúbb megcímzett hallgató. Ez valósul meg a három handshake vezeték segítségével.

Az adatátvitelt vezérlő handshake vezetékek:

- DAV: Adat érvényes (data valid). Az adó készülék a DAV vezeték igaz szintre állításával jelzi, hogy az adatbuszon az üzenet érvényes, vételre alkalmas.
- NRFD: Vételre nincs kész (not ready for data). A vevő készülékek az NRFD vezeték hamis szintre állításával jelzik, hogy az összes műszer kész egy új bájt vételére.
- NDAC: Adatot nem fogad el (not data accepted). A vevő készülékek az NDAC vezeték hamis szintre állításával jelzik, hogy minden hallgató-készülék vette az üzenetet.

Az NRFD és NDAC vonalra csatlakozó vezetékek huzalozott VAGY kapcsolatban vannak egymással. Az üzenet a buszon ezért csak akkor lehet hamis (magas), ha az ehhez a vezetékhez kapcsolódó minden műszerkimenet magas szinten van. Ha csak egy műszer is nincs kész az adat vételére, akkor az NRFD=igaz (alacsony). Hasonlóan, az NDAC = igaz (alacsony), ha a műszerek közül csak egy is még nem vett adatot.

— Általános interfész-adminisztrációs vezetékek:

- ATN: Figyelem (Attention). A vezérlő az ATN vezetéken jelzi, hogy az IEC busz milyen módban van. Adatmódban (ATN = hamis), vagy parancs módban (ATN = igaz). Adatmódban a DIO vezetékeken készülékfüggő adatok, parancsmódban pedig interfész-üzenetek (címek, speciális buszparancsok) küldése történik.
- IFC: Interfész-törlés (Interface Clear). Csak rendszervezérlő funkcióval ellátott készülék küldhet IFC üzenetet. Ez a vezeték (IFC =

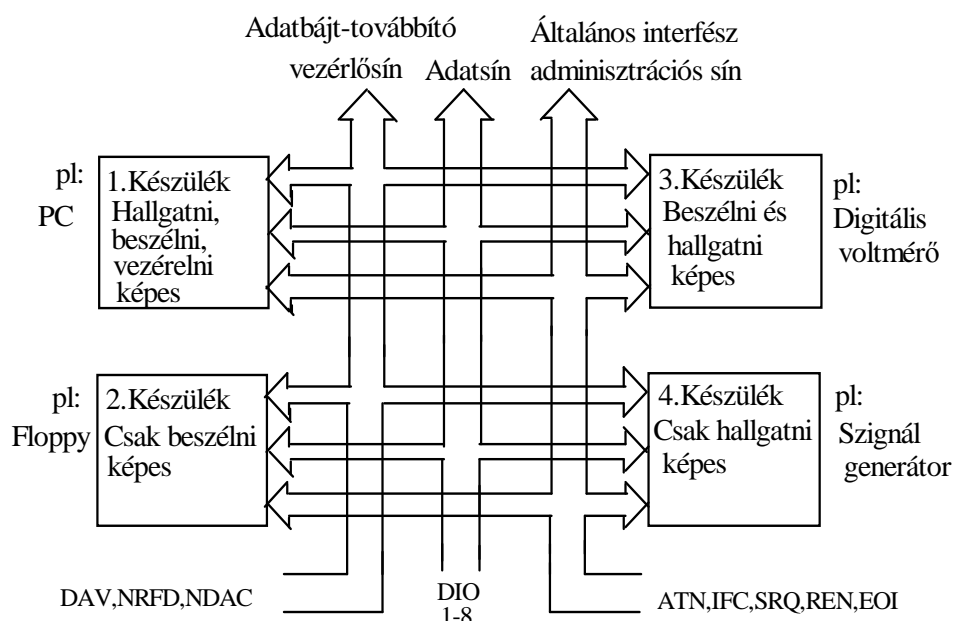
igaz) a rendszer összes készülékének IEC interfészét egy előre meghatározott alapállapotba juttatja. Megszünteti az összes beszélői és hallgatói címzett állapotot. Ha a rendszerben egynél több vezérlő van, akkor az IEC busz vezérlését az IFC üzenetet kibocsátó készülék (rendszervezérlő) kapja vissza.

- **REN: Távvezérlés-engedélyezés (Remote Enable).** A távvezérlés-engedélyezés vezetékét csak a rendszervezérlő-funkcióval ellátott készülék aktivizálhatja (REN = igaz). A vezeték engedélyezi, hogy a rendszer készülékei helyi vagy távvezérlésű állapotba kerülhessenek. Azok a készülékek, amelyek képesek távvezérelt üzemmódban is működni, akkor jutnak távvezérelt állapotba, amikor REN = igaz szintje mellett megcímződnek hallgatónak. A REN vezeték hamisba állításakor a buszon lévő összes készülék visszatér helyi vezérlésű állapotba. Az olyan készülékeknek, amelyek képesek mind helyi, mind távvezérelt állapotban működni, állandóan figyelni kell a REN vezetékét.
- **SRQ: Kiszolgálás-kérés (Service Request).** Az olyan készülék, amelynek IEC interfészében van kiszolgáláskérés-funkció, az SRQ vezeték igaz szintre állításával kérhet kiszolgálást a vezérlőtől. A vezérlő ekkor megszakítja az éppen folyó eseménysort és az SRQ-t küldött készülékre figyel. Minden készülék ezen az egy vezetéken jelzi kiszolgálás-kérési szándékát, ezért a vezérlőnek egy soros lekérdezési szekvencia során meg kell határoznia, hogy melyik készülék aktivizálta az SRQ vezetékét.
- **EOI: Vége vagy azonosítás (End or Identify).** Az EOI vezetéknek az ATN-el közösen két funkciója van. Adatmódban (ATN = hamis) a beszélő az EOI vezeték igaz szintre állításával jelezheti, hogy egy több bájtos üzenet utolsó bájtyát küldi a buszra. Parancs módban (ATN = igaz) a vezérlő az EOI vezeték igaz szintre állításával egy párhuzamos lekérdezést hajt végre.

Az IEC buszrendszerre mutat egy példát a 3.ábra.

ÖSSZEFOGLALÁS

Következtetésként elmondható, hogy ha mérési feladataink elvégzése érdekében mérőrendszer kialakítása mellett döntünk, egy olyan eszköz birtokába jutunk, mely rugalmas, könnyen bővíthető, a kezelő számára kényelmessé és könnyűvé teszi a mérés végrehajtását.



3. ábra
IEC busrendszer

A mérőrendszer fontos eleme a számítógép, mely a rendszerben jelenlévő műszerek vezérlését, az adatok gyűjtését, tárolását és esetleg további feldolgozását végzi. Természetesen mindeerre csak az előre elkészített vezérlő programok segítségével képes. Ezek a programok a standard programnyelveken (C, C++, BASIC, FORTRAN, Pascal stb.) készülhetnek. A programozásban kevésbé jártos felhasználók számára jelent könnyebbséget, hogy a nagy műszergyártó cégek a mérésvezérlő programok elkészítését segéd programnyelvvvel támogatják. Ezek tartalmazzák azt a lehetőséget, hogy a standard programnyelveken megírt szubrutinok illeszthetők az adott cég által készített segéd programnyelvhez. Ilyen programnyelvet fejlesztett ki a Hewlett Packard cég is HP-VEE (Hewlett Packard Visual Engineering Environment) néven, melyet a későbbiekben egy konkrét mérésvezérlési feladat tárgyalása során ismertettek.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] BARTHA TAMÁS: Az IEC- BUSZ és alkalmazása. LSI Alkalmazástechnikai Tanácsadó Szolgálat, Budapest, 1985.
- [2] DR.SCHNELL LÁSZLÓ: Jelek és rendszerek mérés technikája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.

Many kind of measurements can be fulfilled by automatized measuring control if equipment of required quality are available. This method is especially timely in cases when physical presence of the operator is not possible or there is a need of numerous measures within a certain range and further data processing. The author's goal is to highlight the theme in course of a series of papers. The current article is the first of them.

The author would like to arouse the readers' interest in theme by answering the raised question in a certain way after a short summary of theoretic basis.