

Záróvizsga kérdéssor

Tantárgycsoport neve: **Kiber-fizikai gyártórendszerek**

Neptun kódja: ZVEGEGTNMKG

Kreditértéke: 9

Tantárgycsoportba sorolt tantárgyak:

- **Gyártóberendezések (BMEGEGTNM01)**
- **Kiber-fizikai gyártórendszerek irányítása (BMEGEGTNX01)**

Képzés: Mechatronikai mérnöki mesterképzési szak (2N-MM0)

Specializáció: Kiber-fizikai gyártórendszerek specializáció

Tantárgyfelelősök:

- Dr. Németh István, nemeth.istvan@gpk.bme.hu,
Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Gépészmérnöki Kar
- Dr. Erdős Ferenc Gábor, erdos.ferenc.gabor@gpk.bme.hu,
Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Gépészmérnöki Kar

A tantárgyak hatályos adatlapját a Gépészmérnöki Kar Oktatási Portálján tekintheti meg.

<https://oktatas.gpk.bme.hu/>

A vizsgafelkészülés előtt a kérdéssor időbeli hatályát
mindig ellenőrizze az edu.gpk.bme.hu oldalon!

Érvényes: 2023. február 27. napjától

Dr. Németh István s.k.
egyetemi docens

Dr. Erdős Ferenc Gábor s.k.
egyetemi docens

1 8 7 1

Az orientáló témakörök célja a záróvizsgán szereplő témakörök kijelölése (az a témakör, ami itt nem szerepel, záróvizsgán sem fog előkerülni). Az itt felsorolt és kifejtett témakörök a záróvizsgán nem pontosan így fognak kérdésként szerepelni:

- A nagyobb témakörök kisebb kérdésekre lesznek bontva.
- Kisebb témakörök esetleg össze lesznek vonva.

A záróvizsgán szereplő kérdések nem tartalmazzák az itt {} zárójelben megadott információkat, azokat tudni kell felsorolni, kifejtetni.

Gyártóberendezések (BMEGEGTNM01)

I. Szerszámgépek és robotok szerkezeti anyagai.

1. Szerkezeti anyagokkal szemben támasztott követelmények.
2. Tipikus szerkezeti anyagok és azok előnyei és hátrányai.
3. Szerkezeti anyagok: tendenciák.

II. Szerszámgépek tervezése.

1. Szerszámgépek szerkezetével szemben támasztott tervezési követelmények {*termelékenység, pontosság, környezetvédelem*}.
2. Értelmezze az alábbiakat:
 - a) statikus merevség,
 - b) frekvencia válaszfüggvény,
 - c) stabilitási görbe és kritikus fogásmélység.
3. A tömeg, merevség és csillapítás változásának hatása a frekvencia válaszfüggvényre és a stabilitási görbére.
4. Szerkezeti elemek tervezésének módja a tömeg, statikus merevség, kritikus fogásmélység használatával.

III. Szerszámgépek és robotok dinamikája:

1. Szerszámgépek rezgéseinek okai.
2. Szerszámgépekben, robotokban tapasztalható csillapítások okai/forrásai (koncentrált csillapítás, szerkezeti anyagok belső csillapítása, aktív csillapítás).
3. Szerszámgépek frekvencia válaszfüggvényének (FRF) tipikus alakja; a különböző frekvencia tartományokban tapasztalható csillapításokért „felelős” gépegységek.
4. Adott modushoz és sajátfrekvenciához tartozó csillapítás meghatározására alkalmazható kísérleti módszerek {*frekvencia tartomány, idő tartomány*}.

IV. Egyenes vezetékek:

1. Általános követelmények.
2. Csúszó vezetékek
 - a) Kialakítások.
 - b) Előnyök, hátrányok.
 - c) A Stribeck-diagram értelmezése.
 - d) Speciális polimer bevonatok előnyei, hatása a Stribeck-diagramra.
3. Gördülő vezetékek
 - a) Kialakítások {*visszavezetés nélküli és visszavezetett; golyós és görgős; görgőkosár nélküli és görgőkosaras; előfeszítés módjai*}.
 - b) Előnyök, hátrányok.

- c) Görgőkosár alkalmazásának előnyei.
 - d) Méretezés *{élettartamra, statikus terhelésre; a dinamikus és a statikus alapterhelés értelmezése}*.
4. Hidrosztatikus vezetékek
- a) Működési elve, kialakítások.
 - b) Előnyök, hátrányok.
 - c) Hidrosztatikus kompakt vezeték felépítése.
- V. Golyós orsós szervó hajtás:
- 1. Golyós orsós szervó hajtás elemei és azok főbb tulajdonságai.
 - 2. Golyós orsó beépítési változatok *{álló anya, forgó anya, álló orsó, forgó orsó}*.
 - 3. Golyós orsók csapágyazási módjai.
 - 4. Golyós orsók méretezése *{élettartamra, statikus terhelésre; kritikus fordulatszámra, határfordulatszámra, kihajlásra}*.
 - 5. Golyós orsók hézagmentesítése/előfeszítése.
 - 6. Golyós orsó hődeformációjának csökkentése/kezelése.
 - 7. Golyós orsós hajtás korlátjai, hátrányai. Ha a golyós orsós hajtás nem megfelelő, mit és miért alkalmaznak helyette?
- VI. Görgős orsók:
- 1. Fajtái, felépítései *{bolygó görgős, visszavezetett görgős}*.
 - 2. Műszaki paraméterek, előnyök, hátrányok.
- VII. Hidrosztatikus orsó:
- 1. Felépítése
 - 2. Előnyök, hátrányok, fontosabb műszaki paraméterek.
- VIII. Fogaskerék-fogasléces hajtás:
- 1. Kialakítása, fontosabb műszaki paraméterek.
 - 2. Előnyök, hátrányok.
 - 3. Előfeszítési megoldások.
- IX. Lineáris motoros hajtás:
- 1. Lineáris motorok fajtái, fontosabb műszaki paraméterei.
 - 2. Lineáris motorok szerszámgépekben való alkalmazásának kialakításai, előnyei illetve hátrányai.
 - 3. Lineáris motorok szerszámgépekbe való beépítésének módjai, fontosabb szempontjai.
- X. Szerszámgépek forgó mellékmozgásai:
- 1. Tipikus alkalmazások.
 - 2. Követelmények.
 - 3. Fogaskerekes hajtás.
 - a) Kialakítása.
 - b) Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
 - c) Előfeszítési megoldások.
 - 4. Csiga-csigakerekes hajtás.
 - a) Kialakítása.
 - b) Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
 - c) Előfeszítési módszerek.
 - 5. Nyomaték motoros hajtás:
 - a) Kialakítása.
 - b) Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.

XI. Megmunkáló központok:

1. Csoportosítás:
 - a) Általános csoportosítás.
 - b) Soros kinematikájú gépek csoportosítása.
2. Mit nevezünk billenő típusú szánszerkezetnek?
3. Automatikus szerszámcsere fajtái (felsorolás).
4. Szerszámátárok fajtái (felsorolás).
5. Automatikus palettacsere fajtái (felsorolás).
6. Automatikus marófej csere elve.
7. 5-tengelyes megmunkáló központok fajtái $\{LLLRR, RLLLL, RLLLR\}$ és azok főbb jellemzői.
8. Két golyós orsós szánmozgatás elve, alkalmazási esetei $\{1. mozgatás tömegközéppontban; 2. deformáció kompenzálás\}$.

XII. Többfunkciós forgácsoló szerszámgépek:

1. Elve.
2. Esztergáló központok:
 - a) Elve.
 - b) Szerkezeti kialakításai.
 - c) Kétorsós esztergáló központok felépítési változatai.
3. Megmunkáló központokon végezhető nem fúró-maró funkciók.
4. Többfunkciós gépekre konstrukciós példák (kiadott ábrát el kell tudni magyarázni).

XIII. Szerszámgépek főorsói

1. Szerszámgépek főorsóival szemben támasztott általános követelmények.
2. Eszterga főorsók speciális követelményei, kialakításai.
3. Maró főorsók speciális követelményei, kialakításai.
4. Főorsó hajtások típusai, jellemzői $\{szíjas, fogaskerekes, közvetlen, beépített\}$.
5. Főorsók hajtására tipikusan alkalmazott motorok.
6. Főorsó hajtások tipikus fordulatszám-nyomaték, illetve fordulatszám-teljesítmény jelleggörbéi. S1 és S6 értelmezése.
7. Főorsók csapágyazása
 - a) Gördülő csapágyak
 - (i) Főorsókban alkalmazott gördülő csapágyak típusai.
 - (ii) dN érték: jelentése, tipikus értékei különböző főorsók esetén.
 - (iii) Gördülő csapágyak előfeszítésének célja és módszerei. $\{Ferde hatásvonalú golyóscsapágy előfeszítése; Kúpos furatú hengergörgős csapágy előfeszítése\}$
 - (iv) Hibrid-kerámia golyós csapágyak alkalmazásának előnyei, hátrányai.
 - (v) Gördülő csapágyak kenésének célja, fajtái.
 - b) Mágneses csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
 - c) Hidrosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
 - d) Aerosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
8. Főorsók hőfejlődése:
 - a) Hőforrások.
 - b) Hőfejlődés hatásai.
 - c) Termikus problémák kezelésének módja.

XIV. Szerszámgépek pontossága:

1. Pozícionálási pontosság, ismétlési pontosság és felbontás definíciója.
2. Hibák fajtái $\{ismétlődő, nem ismétlődő, véletlen hibák\}$.

3. Hibaforrások fajtái: *{ismert (geometriai és kinematikai hibák; termikus eredetű hibák; merevségi hibák és szerszám-deformáció okozta hibák) és ismeretlen források}*
 4. Érzékenységi irányok *{érzékeny és nem érzékeny irányok}*.
- XV. 3-tengelyes szerszámgépek tipikus hibaforrásai:
1. Lineáris tengelyek pozicionálási hibái. Az egyes hibaforrások csökkentésének lehetőségei.
 - {
 - a) *Referencia pozíció bizonytalansága.*
 - b) *Termikus hatások:*
 - (i) *Hőforrások.*
 - (ii) *Hőmérséklet változás hatásai.*
 - (iii) *Módszerek a hőtágulás mértékének csökkentésére.*
 - c) *Irányváltási hiba.*
 - d) *Lineáris szánok szöghibái.*
 - }
 2. Pályagenerálási és pályakövetési hibák:
 - {
 - a) *NC program hibái.*
 - b) *Görbék közelítése egyenes szakaszokkal.*
 - c) *Pályakövetési hibák és azok csökkentésének módszerei.*
 - }
 3. Főorsó, főorsó-szerszámtartó, szerszámtartó-szerszámrögzítő, szerszámrögzítő-szerszám csatlakozások hibái.
- XVI. Szerszám gép vizsgálatok:
1. Vizsgálatok célja.
 2. Vizsgálatok fajtái *{Geometriai vizsgálatok; Merevségi vizsgálatok; Próbadarabok gyártása}*.
 3. Az ISO 230-2 szabvány főbb jellemzői. A pozicionálási és ismétlési pontosság meghatározása az ISO 230-2 szerint (grafikont felrajzolni és értelmezni tudni kell; képleteket nem kötelező tudni).
- XVII. Robotvezérlők:
1. Robotvezérlők alapeladata.
 2. Robotvezérlők architektúrája.
 3. Korszerű, számítógéppel segített programozásra felkészített robotvezérlés jellemzői.
- XVIII. Robotprogramozás:
1. Számítógéppel segített robotprogramozás főbb jellemzői.
 2. Robotprogramozási módszerek: On-line és off-line programozás (meghatározás, előnyök, hátrányok).
 3. Robot programnyelvek szintjei
 - {
 - a) *Gépi kódú robotprogramozás.*
 - b) *NC szerű (G formátumú) programnyelv.*
 - c) *Robotfunkciókra orientált nyelvek.*
 - (i) *Mozgásleíró nyelvek: főbb funkciók bemutatása az AML nyelv alapján*
 - *programsorok szerkezete,*
 - *változó típusok (legalább 3 bemutatása);*
 - *mozgásutasítások (növekményes, abszolút; néhány példa)*
 - *palettával kapcsolatos utasítások (néhány példa);*
- }

- *lineáris interpoláció; körinterpoláció;*
- *megfogó utasítások;*
- *kommunikációs és várakozó utasítások (néhány példa);*
- *programtechnikai utasítások (néhány példa).*

d) *Magas szintű programnyelv.*

}

XIX. Szabványos robotjellemzők:

1. Munkatér (ismertetés)
2. Terhelhetőség
3. Szabadságfokok száma
4. Sebesség
5. Pontosság (ismertetés)
6. Ismétlési pontosság (ismertetés)
7. Felbontóképesség (ismertetés)
8. Megbízhatóság (ismertetés)
9. Statikus/ dinamikus merevség és engedékenység (ismertetés)
10. Pozíció pontosság változás /Drift/ (ismertetés)
11. Minimális pozícionálási idő (ismertetés)
12. Túllendülés (ismertetés)
13. Stabilizációs idő

XX. Ipari robotok pontossága *{a fenti 6. és 7. pontokhoz}*:

1. Ipari robotok pontossági fogalmai: pontosság, tanítási pontosság, lejátszási pontosság, ismétlési pontosság, reprodukálási pontosság.
2. A pontosság és az ismétlési pontosság: egymásra hatás, mérés, számítás mért adatokból.

XXI. Ipari robotok merevségi fogalmai. Statikus és dinamikus merevség meghatározása, mérése.

XXII. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok:

1. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és robotok alkalmazási területei. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, jellemzői.
2. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok előnyei, hátrányai és különböző szempontok szerinti csoportosításuk. Soros és párhuzamos kinematikájú szerszámgépek, ipari robotok összehasonlítása.
3. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok főbb részegységei és azok jellemzése. A „Hexapod” és a „Hexaglide” típusú szerszámgépek felépítése, jellemzői, összehasonlításuk.
4. Vegyes kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, alkalmazása, felépítési példák.
5. Szingularitás fogalma, fajtái.

XXIII. Szerszámgépeknél és ipari robotoknál alkalmazott pneumatikus és hidraulikus hajtások:

1. Pneumatikus és hidraulikus hajtások alkalmazási példái szerszámgépek és ipari robotok esetén. Pneumatikus és hidraulikus munkaközegek feladatai, jellemzői. Pneumatikus és hidraulikus energiaellátás. Pneumatikus, hidraulikus és elektromos hajtások összehasonlítása.
2. Pneumatikus és hidraulikus hajtások felépítése, elemei (végrehajtók, irányító elemek, energia-átalakítók). Pneumatikus és hidraulikus hajtások elemeinek feladata, csoportosításuk, jelképi jelölések.
3. Hidrosztatikus energiaátvitel, energia-átalakítók veszteségei, hatásfokai. Hidropneumatikus rendszerek feladata, csoportosításuk. Hidroakkumulátorok feladata, fajtái.

4. Hidraulikus és pneumatikus elemek kiválasztási szempontjai. Pneumatikus hajtások statikus és dinamikus méretezése.
5. Pneumatikus vezérlésű gépek időkésleltetése, alkalmazás okai, megvalósításuk, időzítők fajtái. Pneumatikus hajtások sebességszabályozásának feladata, megvalósítása, típusai.

XXIV. Gyártóberendezések karbantartása:

1. Ismertesse a kádgörbét és három jellegzetes szakaszát.
2. Definiálja az alábbi fogalmakat:
 - a) MTTF, MTBF, MTTFF, MTTR, MMDT, MTBM
 - b) Rendelkezésre állás (pillanatnyi, átlagos, állandósult állapotbeli).
 - c) Tökéletes karbantartás; Minimális karbantartás; Nem-tökéletes karbantartás.
3. Ismertesse az alábbi karbantartási stratégiákat (lényeg, előnyök, hátrányok)
 - a) Korrektív karbantartás.
 - b) Tervezett megelőzés.
 - c) Periodikus ellenőrzés.
 - d) Állapotfelügyelet.

Kiber-fizikai gyártórendszerek irányítása (BMEGEGTNX01)

1. Irányítási rendszerek jel alapú modellezése. Irányítási rendszerek elemei (elem, szerv, jel, irányítási rendszer) és e rendszerek ábrázolási módszerei.
2. Irányítási rendszerek projekt alapú leírása. Definiálja a projekt és folyamat fogalmát. Projekt alapú leírás ábrázolási módszerei.
3. Bonyolult automatikai rendszerek rész rendszerekre bontása. (a de-kompozíció szempontjai, a rész rendszerek típusai, egymással való kapcsolatuk) Párhuzamos folyamatok fogalma, ábrázolása, tipikus elágazási és egyesülési pontjaik.
4. Sorrendi hálózatok fogalma és leírási módszerei.
5. Párhuzamos folyamatok irányításának főbb szempontjai, betartandó szabályai. (kölsönös kizárás, kiéhezés és körmentesség). Ismertesse az időosztásos alapú párhuzamos folyamat vezérlés elvét.
6. Programozható logikájú vezérlések felépítése. Határozza meg a PLC főbb komponenseit, e komponensek feladatát és a PLC működésének fő folyamatát. Definiálja a letapogatási ciklus fogalmát.
7. PLC vezérlők hálózatba szervezésének módszerei. Ismertesse a különböző hálózati topológiák jellemzőit.
8. NC vezérlések felépítése, főbb funkcionális egységeik és azok feladata, kapcsolat az egységek között.
9. Ismertesse a CNC kód beolvasásának és feldolgozásának főbb lépéseit. Ismertesse a funkció és interpolációs mondatok szinkronizálásának elveit.
10. Rugalmas gyártórendszerek irányításának fogalma, az irányítás célja és módszere. A rendszer hierarchikus felépítése. Főbb irányítási modulok, a modulok feladata és egymással való kapcsolatuk.

11. Összetett rendszerek megbízhatósága. A rendszerek megbízhatóságával szemben támasztott követelmények szintjei. Irányítási rendszerek működési biztonságát növelő eszközök és módszerek.
12. Állapotfelügyelet feladatai. Ismertesse az állapotfelügyeleti rendszerek elemeit és döntési módszereit.

