

Záróvizsga kérdéssor

Tantárgycsoport neve: **Gyártórendszerek**

Neptun kódja: ZVEGEGTNGGR

Kreditértéke: 8

Tantárgycsoportba sorolt tantárgy:

- **Gyártóberendezések (BMEGEGTNG02)**
- **Gyáarak és gyártórendszerek tervezése és szimulációja (BMEGEGTNX12)**

Képzés: Gépészmérnöki mesterképzési szak (2N-MG0-2019)

Specializáció: Gyártástechnológiai és folyamatmérnök specializáció

Tantárgyfelelős:

- Dr. Németh István, nemeth.istvan@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: 2022. szeptember 1-től

Dr. Németh István 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 dőlt betűvel megadott információkat, azokat tudni kell felsorolni, kifejtetni.

Gyártóberendezések (BMEGEGTNG02)

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 vezeték:

1. Általános követelmények.
2. Csúszó vezeték
 - a) Kialakítások.
 - b) Előnyök, hátrányok.
 - c) A Stribeck-diagram értelmezése.
 - d) Speciális polimer bevonatok előnyei, hatása a Stribeck-diagramra.
3. Gördülő vezeték
 - 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 korlátai, 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. Szerszámátárak 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. $\{Ferde hatásvonalú golyós csapágy előfeszítése; Kúpos furatú hengergörgős csapágy előfeszítése\}$
 - (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) *Írányváltási 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 alapfeladata.
 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, energiaátalakítók). 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.

Gyárak és gyártórendszerek tervezése és szimulációja (BMEGEGTNX12)

XXV. Gyártórendszerek:

1. Gyártórendszer definíciója.
2. Gyártórendszerek alkotórészei.
3. Gyártórendszer kategóriák a termelékenység és a rugalmasság szerint.
4. A műhelyszerű (egyedi) gyártás és a tömeggyártás összehasonlítása.
5. A transzfer sor és a rugalmas gyártórendszer összehasonlítása.
6. Rugalmas gyártásautomatizálás elemei.

XXVI. Gyártórendszer elrendezések:

1. Statikus
2. Termék alapú
3. Folyamat alapú
4. Csoporttechnológia alapú

XXVII. Rugalmas gyártórendszerek:

1. Meghatározás.
2. Tipikus berendezések.
3. Elrendezés fajták, azok előnyei, hátrányai; melyiket mikor alkalmazzák.

- {
- a) Soros
 - b) Zárt hurok
 - c) Létra
 - d) Nyitott terű
 - e) Csoporttechnológia alapú:
 - (i) CsT soros elrendezés
 - (ii) CsT cella elrendezés
 - (iii) CsT központ elrendezés
- }

XXVIII. Szakaszos anyagmozgató berendezések

1. Tipikus szakaszos működésű anyagmozgató gépek (felsorolás).

2. Függősinpályás szakaszos anyagmozgatás
 - a) Tipikus kialakítás.
 - b) Fontosabb jellemzők.
3. Targoncák fajtái (felsorolás, rajzokat nem kötelező tudni)
4. Vezető nélküli járművek (AGV)
 - a) Kerék kialakítások
 - b) Pályakövetési elvek {induktív, fotoszenzoros, lézeres pásztázó, kamerás, giroszkópos, stb.; az első három részletesebb ismertetése}
5. Autonóm mobil robotok (AMR)
 - a) Fontosabb jellemzők.
 - b) Tipikus kialakítások.

XXIX. Folyamatos anyagmozgató berendezések

1. Meghatározás, általános működési elv.
2. Tipikus folyamatos működésű anyagmozgató gépek (felsorolás).
3. Konvektorok
 - a) Konvektoros szállítás sajátosságai.
 - b) Kialakítások (vázlatok, fontosabb jellemzők)
 - {
 - (i) *Függőkonvektor*
 - (a) *Egypályás (könnyű kivitel; nehéz kivitel)*
 - (b) *Kétpályás (könnyű kivitel; nehéz kivitel)*
 - (ii) *Alsópályás konvektor*
 - (a) *Alsóvontatású*
 - (b) *Felsővontatású*
 - }
4. Görgőspályák
 - a) Jellemzők, megoldható anyagáramlási feladatok.
 - b) Görgőspályák osztályozása.
 - c) Átadások fajtái, kialakításai.
5. Szállítószalagok
 - a) Jellemzők, kialakítások.
 - b) Típusok (hevederes, láncos, elemtagos).
6. Palettaszállító pályák
 - a) Jellemzők.
 - b) Kialakítások (melyik milyen célra alkalmazható):
 - {
 - (i) *Fogazott szíjas*
 - (ii) *Láncos (egyszerű lánc, szállítóprofilos lánc, görgős lánc)*
 - (iii) *Görgős (görgőspálya szállít palettát)*
 - }