



Záróvizsga orientáló témakörök

Jelen dokumentum a „Gyártóberendezések és rendszerek” záróvizsga tárgycsoport orientáló témaköreit tartalmazza. A „Gyártóberendezések és rendszerek” záróvizsga tárgycsoport a „Szerszámgépek és ipari robotok” (BMEGEGTMG02; 4 kr.) és a „Gyártórendszerek tervezése és szimulációja” (BMEGEGTMG16; 4 kr.) tárgyakban megismert tudásanyagra épül. 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 *dőlt betűvel megadott információkat*, azokat tudni kell felsorolni, kifejteni.

Szerszámgépek és ipari robotok (BMEGEGTMG02)

1. Szerszámgépek és robotok szerkezeti anyagai.
 - a) Szerkezeti anyagokkal szemben támasztott követelmények (*merevség, csillapítóképesség, kis tömeg, hőstabilitás, gyárthatóság, ár, környezetvédelem*).
 - b) Tipikus szerkezeti anyagok és azok előnyei és hátrányai (*öntöttvas és acél, polimer beton, gránit, kompozitok, kerámia, hibrid anyagok*).
 - c) Szerkezeti anyagok: tendenciák (*aktív deformáció-, merevség-, csillapítás szabályozás*).
2. Szerszámgépek tervezése.
 - a) Szerszámgépek szerkezetével szemben támasztott tervezési követelmények (*termelékenység, pontosság, környezetvédelem*).
 - b) Értelmezze az alábbiakat:
 - i. statikus merevség,
 - ii. frekvencia válaszfüggvény
 - iii. stabilitási görbe és kritikus fogásmélység.
 - c) A tömeg, merevség és csillapítás változásának hatása a frekvencia válaszfüggvényre és a stabilitási görbére.
 - d) Szerkezeti elemek tervezésének módja a tömeg, statikus merevség, kritikus fogásmélység használatával.



3. Szerszámgépek és robotok dinamikája:
- a) Szerszámgépek rezgéseinek okai.
 - i. *Forgácsolási folyamat (pl. többélű maró szerszám, megszakított felület)*
 - ii. *Forgó elemek kiegyensúlyozatlansága*
 - iii. *Öngerjesztett regeneratív hatás*
 - iv. *Hajtások (pl. motorok, fogazott szíj, golyós orsó (gördülő elemek ki-be lépnek), digitális szabályzó kör)*
 - v. *Környezet rezgései*
 - b) Szerszámgépekben, robotokban tapasztalható csillapítások okai/forrásai *(koncentrált csillapítás, szerkezeti anyagok belső csillapítása, aktív csillapítás).*
 - c) Szerszámgépek frekvencia válaszfüggvényének (FRF) tipikus alakja; a különböző frekvencia tartományokban tapasztalható csillapításokért „felelős” gépegységek.
 - d) Adott modushoz és sajátfrekvenciához tartozó csillapítás meghatározására alkalmazható kísérleti módszerek *(frekvencia tartomány, idő tartomány).*
4. Egyenes vezetékek:
- a) Általános követelmények.
 - b) Csúszó vezetékek
 - i. Kialakítások.
 - ii. Előnyök, hátrányok.
 - iii. A Stribeck-diagram értelmezése.
 - iv. Speciális polimer bevonatok előnyei, hatása a Stribeck-diagramra.
 - c) Gördülő vezetékek
 - i. Kialakítások *(visszavezetés nélküli és visszavezetett; golyós és görgős; előfeszítés módjai).*
 - ii. Előnyök, hátrányok.
 - iii. Görgőkosár alkalmazásának előnyei.
 - iv. Méretezés (élettartamra, statikus terhelésre; a dinamikus és a statikus alapterhelési tényező értelmezése).
 - d) Hidrosztatikus vezetékek
 - i. Működési elve, kialakítások.
 - ii. Előnyök, hátrányok.
 - iii. Hidrosztatikus kompakt vezeték felépítése.



5. Golyós orsós szervó hajtás:

- a) Elemei (*motor, golyós orsó, kapcsolat motor és orsó között, csapágyazás*) és azok főbb tulajdonságai.
- b) Beépítési változatok (*álló anya, forgó anya, álló orsó, forgó orsó*).
- c) Golyós orsók csapágyazási módjai.
- d) Golyós orsók méretezése.
 - i. *Élettartamra, statikus terhelésre; a dinamikus és a statikus alapterhelési tényező értelmezése.*
 - ii. *Kritikus fordulatszámra, kihajlásra.*
- e) Golyós orsók hézagmentesítése/előfeszítése.
- f) Golyós orsó hődeformációjának csökkentése/kezelése.
 - i. *Nagy orsó-előfeszítés (fix-fix csapágyazással).*
 - ii. *Közvetlen (mérőléces) mérés alkalmazása.*
 - iii. *Hűtés (anyát vagy orsón keresztül).*
- g) Golyós orsós hajtás korlátai, hátrányai. Ha a golyós orsós hajtás nem megfelelő, mit és miért alkalmaznak helyette? (*fogaskerék-fogaslécet, hidrosztatikus orsót vagy lineáris motort*)

6. Görgős orsók:

- a) Fajtái, kialakításai (*bolygó görgős, visszavezetett görgős*).
- b) Műszaki paraméterek, előnyök, hátrányok.

7. Hidrosztatikus orsós hajtás:

- a) Kialakítása, fontosabb műszaki paraméterek.
- b) Előnyök, hátrányok.

8. Fogaskerék-fogasléces hajtás:

- a) Kialakítása, fontosabb műszaki paraméterek.
- b) Előnyök, hátrányok.
- c) Előfeszítési megoldások.

9. Lineáris motoros hajtás:

- a) Lineáris motorok fajtái (*szinkron v. aszinkron; nem vasmagos (pl. epoxi) v. vasmagos; önhűtés v. vízhűtés*), fontosabb műszaki paraméterei.
- b) Lineáris motorok szerszámgépekben való alkalmazásának kialakításai, előnyei illetve hátrányai.
- c) Lineáris motorok szerszámgépekbe való beépítésének módjai, fontosabb szempontjai.



10. Szerszámgépek forgó mellékmozgásai:

- a) Tipikus alkalmazások (*forgó asztal, billenő főorsó fej*).
- b) Követelmények.
- c) Fogaskerekes hajtás.
 - i. Kialakítása.
 - ii. Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
 - iii. Előfeszítési megoldások.
- d) Csiga-csigakerekes hajtás.
 - i. Kialakítása.
 - ii. Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
 - iii. Előfeszítési módszerek (*két csiga, változó menetemelkedésű csiga, két menetemelkedésű csiga, osztott csigakerék, osztott csiga*).
- e) Nyomaték motoros hajtás:
 - i. Kialakítása.
 - ii. Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.

11. Megmunkáló központok:

- a) Csoportosítás:
 - i. Általános csoportosítás.
 - ii. Soros kinematikájú gépek csoportosítása.
- b) Mit nevezünk billenő típusú szánszerkezetnek?
- c) Automatikus szerszámcsere fajtái (felsorolás).
- d) Szerszámtárok fajtái (felsorolás).
- e) Automatikus palettacsere fajtái (felsorolás).
- f) Automatikus marófej csere elve.
- g) 5-tengelyes megmunkáló központok fajtái (*LLLRR, RLLLL, RLLLR*) és azok főbb jellemzői.
- h) Két golyós orsós szánmozgatás elve, alkalmazási esetei (*1. mozgítás tömegközéppontban; 2. deformáció kompenzálás*).



12. Többfunkciós forgácsoló szerszámgépek:

- a) Elve (*több forgácsolási technológia megvalósítása egy gépen: marás + esztergálás; esztergálás + köszörülés; marás + köszörülés; esztergálás + szikraforgácsolás; marás + esztergálás + köszörülés, stb.*).
- b) Esztergáló központok:
 - i. Elve.
 - ii. Szerkezeti kialakításai.
 - iii. Iker- és segédorsós esztergáló központok felépítési változatai.
- c) Megmunkáló központokon végezhető nem fúró-maró funkciók (*esztergálás, gyalulás, fogazás*).
- d) Integrált gépekre konstrukciós példák (kiadott ábrát el kell tudni magyarázni).

13. Szerszámgépek főorsói I.

- a) Szerszámgép főorsók általános követelményei.
- b) Eszterga főorsók speciális követelményei, kialakításai.
- c) Maró főorsók speciális követelményei, kialakításai.
- d) Főorsó hajtások típusai, jellemzői (*szűj, fogaskerekes, közvetlen, beépített*).
- e) Főorsók hajtására tipikusan alkalmazott motorok.
- f) Főorsó hajtások tipikus fordulatszám-nyomaték illetve fordulatszám-teljesítmény jelleggörbéi (S1, S6).
- g) Főorsók csapágyazása
 - i. Gördülő csapágyak
 - Főorsókban alkalmazott gördülő csapágyak típusai.
 - dN érték: jelentése, tipikus értékei különböző főorsók esetén.
 - Gördülő csapágyak előfeszítésének célja és módszerei.
 - a. *Ferde hatásvonalú golyós csapágy előfeszítése.*
 - b. *Kúpos furatú hengergörgős csapágy előfeszítése.*
 - Hibrid-kerámia golyós csapágyak alkalmazásának előnyei, hátrányai.
 - Gördülő csapágyak kenésének célja, fajtái.
 - ii. Mágneses csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
 - iii. Hidrosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
 - iv. Aerosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
- h) Főorsók hőfejlődése:
 - i. Hőforrások.
 - ii. Hőfejlődés hatásai.
 - iii. Termikus problémák kezelése (*főorsó kialakítása, hűtés, bemelegítés, kompenzálás*).



14. Szerszámgépek pontossága:

- a) Pozícionálási pontosság, ismétlési pontosság és felbontás definíciója.
- b) Hibák fajtái (*ismétlődő, nem ismétlődő, véletlen hibák*).
- c) Hibaforrások fajtái: *ismert (geometriai-kinematikai hibák, hőtágulási hibák, merevségi hibák és szerszám-deformáció okozta hibák) és nem ismert források*.
- d) Érzékenységi irányok (*érzékeny és nem érzékeny irányok*).

15. 3-tengelyes szerszámgépek tipikus hibaforrásai:

- a) Lineáris tengelyek pozícionálási hibái. Az egyes hibaforrások csökkentésének lehetőségei.
 - i. *Referencia pozíció bizonytalansága.*
 - ii. *Termikus hatások:*
 - *Hőforrások.*
 - *Hőmérséklet változás hatásai (hődeformáció, változó sajátfrekvencia, változó stabilitási görbe, anyagjellemzők változása).*
 - *Módszerek hőtágulás mértékének csökkentésére: anyagválasztás, minél kisebb méretek, hűtés, légkondicionálás, hőforrások minél távolabb helyezése, kompenzáció (szimmetrikus gépfelépítés; „+” és „-” hőtágulási együtthatójú anyagok kombinációja; NC programban; golyós orsó hődeformációjának csökkentése).*
 - iii. *Írányváltási hiba.*
 - iv. *Lineáris szánok szöghibái.*
- b) Pályagenerálási és pályakövetési hibák:
 - i. *NC program hibái.*
 - ii. *Görbék közelítése egyenes szakaszokkal.*
 - iii. *Pályakövetési hibák.*
- c) Fejlett CNC technikák a hibák csökkentésére:
 - i. *Spline vagy NURBS interpolátorok*
 - ii. *Előretékintő technikák (look-ahead)*
 - iii. *Gyorsulás módosítása*
 - iv. *Gyorsulás változásának szabályozása (Jerk control)*
 - v. *Előreccsatolás (Feed forward control)).*
- d) Főorsó, főorsó-szerszámtartó, szerszámtartó-szerszámrögzítő, szerszámrögzítő-szerszám csatlakozások hibái.



16. Szerszámgép vizsgálatok:

- a) Vizsgálatok célja.
- b) Vizsgálatok fajtái
 - i. *Geometriai vizsgálatok (terheletlen állapot).*
 - ii. *Merevségi vizsgálatok (terhelt állapot): statikus és dinamikus merevség.*
 - iii. *Próbadarabok gyártása (legalább egy példa említése).*
- c) Az ISO 230-2 szabvány főbb jellemzői. A pozicionálási és ismétlési pontosság meghatározása az ISO 230-2 szerint (grafikonon való magyarázat, képleteket nem kötelező tudni).

17. Robotvezérlők:

- a) Robotvezérlők alapfeladata.
- b) Robotvezérlők architektúrája.
- c) Korszerű, számítógéppel segített programozásra felkészített robotvezérlés jellemzői.

18. Robotprogramozás:

- a) Számítógéppel segített robotprogramozás főbb jellemzői.
- b) Robotprogramozási módszerek: On-line és off-line programozás (meghatározás, előnyök, hátrányok).
- c) Robot programnyelvek szintjei
 - i. *Gépi kódú robotprogramozás.*
 - ii. *NC szerű (G formátumú) programnyelv.*
 - iii. *Robotfunkciókra orientált nyelvek.*

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).*

- iv. *Magas szintű programnyelv.*



19. Szabványos robotjellemzők:

- a) Munkatér (ismertetés)
- b) Terhelhetőség
- c) Szabadságfokok száma
- d) Sebesség
- e) Pontosság (ismertetés)
- f) Ismétlési pontosság (ismertetés)
- g) Felbontóképesség (ismertetés)
- h) Megbízhatóság (ismertetés)
- i) Statikus/ dinamikus merevség és engedékenységi (ismertetés)
- j) Pozíció pontosság változás /Drift/ (ismertetés)
- k) Minimális pozícionálási idő (ismertetés)
- l) Túllendülés (ismertetés)
- m) Stabilizációs idő

20. Ipari robotok pontossága {a fenti e) és f) pontokhoz}:

- a) Ipari robotok pontossági fogalmai: pontosság, tanítási pontosság, lejátszási pontosság, ismétlési pontosság, reprodukálási pontosság.
- b) A pontosság és az ismétlési pontosság: egymásra hatás, mérés, számítás mért adatokból.

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

22. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok:

- a) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és robotok alkalmazási területei. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, jellemzői.
- b) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok előnyei, hátrányai és különböző szempontok szerinti csoportosításuk. Soros és párhuzamos kinematikájú szerszámgépek, ipari robotok összehasonlítása.
- c) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok főbb részegységei és azok jellemzése. A „Hexapod” és a „Hexaglide” típusú szerszámgépek felépítése, jellemzői, összehasonlításuk.
- d) Vegyes kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, alkalmazása, felépítési példák.
- e) Szingularitás fogalma, fajtái.



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

- a) Pneumatikus és hidraulikus hajtások alkalmazási példái szerszámgépek és ipari robotok esetén. Pneumatikus és hidraulikus munkaközégek feladatai, jellemzői. Pneumatikus és hidraulikus energiaellátás. Pneumatikus, hidraulikus és elektromos hajtások összehasonlítása.
- b) Pneumatikus és hidraulikus hajtások felépítése, elemei (*végrehajtók, irányító elemek, energia-átalakítók*). Pneumatikus és hidraulikus hajtások elemeinek feladata, csoportosításuk, jelképi jelölések.
- c) Hidrosztatikus energiaátvitel, energia-átalakítók veszteségei, hatásfokai. Hidropneumatikus rendszerek feladata, csoportosításuk. Hidroakkumulátorok feladata, fajtái.
- d) Hidraulikus és pneumatikus elemek kiválasztási szempontjai. Pneumatikus hajtások statikus és dinamikus méretezése.
- e) Pneumatikus vezérlésű gépek időkésleltetése, alkalmazás okai, megvalósításuk, időzítők fajtái. Pneumatikus hajtások sebességszabályozásának feladata, megvalósítása, típusai.

24. Gyártóberendezések karbantartása:

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



Gyártórendszerek tervezése és szimulációja (BMEGEGTMG16)

25. Gyártórendszerek:

- a) Gyártórendszer definíciója.
- b) Gyártórendszerek alkotórészei.
- c) Gyártórendszer kategóriák a termelékenység és a rugalmasság szerint.
- d) A műhelyszerű (egyedi) gyártás és a tömeggyártás összehasonlítása.
- e) A transzfer sor és a rugalmas gyártórendszer összehasonlítása.
- f) Rugalmas gyártásautomatizálás elemei.

26. Gyártórendszer elrendezések:

- a) Statikus
- b) Termék alapú
- c) Folyamat alapú
- d) Csoporttechnológia alapú

27. Rugalmas gyártórendszerek:

- a) Meghatározás.
- b) Berendezések.
- c) Elrendezés fajták, azok előnyei, hátrányai; melyiket mikor alkalmazzák.
 - i. *Soros*
 - ii. *Zárt hurok*
 - iii. *Létra*
 - iv. *Nyitott terű*
 - v. *Csoporttechnológia alapú:*
 - *CsT soros elrendezés*
 - *CsT cella elrendezés*
 - *CsT központ elrendezés*



28. Szakaszos anyagmozgató berendezések

- a) Tipikus szakaszos működésű anyagmozgató gépek (felsorolás).
- b) Függősinpályás szakaszos anyagmozgatás
 - i. Tipikus kialakítás.
 - ii. Fontosabb jellemzők.
- c) Targoncák
 - i. Targoncák fajtái (felsorolás, rajzokat nem kötelező tudni)
 - ii. Vezető nélküli targoncák
 - Kerék kialakítások
 - Pályakövetési elvek (*induktív, fotoszenzoros, lézeres pásztázó, kamerás, giroszkópos, stb.*)

29. Folyamatos anyagmozgató berendezések

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