

INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***IBILGAILU BATEN TRANSMISIOAREN
KALKULU ETA DISEINUA***

5. DOKUMENTUA – BALDINTZEN AGIRIA

Ikaslea: Garramiola Saizar, Jon

Zuzendaria: Arsuaga Berrueta, Mikel

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2019ko Ekainaren 27an

5. DOKUMENTUA: BALDINTZEN AGIRIA

5.1. BALDINTZA OROKORRAK	3
5.1.1. Agiriaren helburua	3
5.1.2. Argitaratze data	3
5.1.3. Agiriaren hedadura	3
5.1.4. Araudi orokorren aipamena eta lanaren dokumentuak	4
5.1.5. Ager daitezkeen akatsak	4
5.2. BEREZKO BALDINTZAK	5
5.2.1. Baldintza Teknikoak	5
5.2.2. Materiala	5
5.2.2.1. Orokortasunak	5
5.2.2.2. Materialen propietateak	5
5.2.3. Osagaien deskribapena	7
5.2.3.1. Enbragea	7
5.2.3.2. Abiadura kaxa	8
5.2.3.2.1. Ardatz primarioa	8
5.2.3.2.2. Tarteko ardatza	8
5.2.3.2.3. Ardatz sekundarioa	9
5.2.3.2.4. Engranajeak	10
5.2.3.2.4.1. Engranaje helikoidalak	10
5.2.3.2.4.2. Engranaje zuzenak	11
5.2.3.2.5. Errodamenduak	12
5.2.3.2.6. Sinkronizatzaileak	13

5.2.3.2.7. Txabetak.....	14
5.2.3.3. Diferentziala	14
5.2.4. Exekuzio baldintzak	14
5.2.4.1. Lehengaiak	15
5.2.4.2. Hortzak	15
5.2.4.3. Gainazal akabera	15
5.2.4.4. Perdoi geometriko eta dimentsionalak	16
5.2.4.5. Tratamendu termiko eta kimikoak	16
5.2.4.6. Muntaia.....	16
5.2.4.7. Koipeztaketa eta lubrifikazioa.....	17
5.2.4.8. Konprobaketa.....	17
5.2.4.9. Kalitate kontrola	17
5.2.4.10. Enbalajea eta garraioa.....	18
5.3. BALDINTZA EKONOMIKO ETA ADMINISTRATIBOAK.....	19
5.3.1. Planifikazioa.....	19
5.3.2. Proiektuaren lanketa.....	19
5.3.3. Ordainketa	19
5.3.4. Entrega	20
5.3.5. Garantia.....	20
5.3.6. Patenteak eta lizentziak.....	20
5.3.7. Sekretu profesionala.....	20

5.1. BALDINTZA OROKORRAK

Kontratu izaera duen dokumentu hau proiektuko dokumenturik garrantzitsuena da proiektua, transmisioa alegia, nola egin behar den zehazten baitu. Dokumentu honetan adierazitakoa garrantzitsua izango da proiektuaren iraupena, kostua eta kalitatea baldintzatuko baititu.

5.1.1. Agiriaren helburua

Agiria honen helburua transmisio baten kalitatea bermatzeko bete behar diren espezifikazio minimoak jasotzea da. Era honetan, transmisioa osatzeko behar diren atal ezberdinen baldintzak adierazita geratzen dira dokumentu honetan.

Proiektua era egokian diseinatu eta aurrera eramateko alderdi garrantzitsuak zehazten dira: araudiak, materialak eta fabrikazio prozedurak, adibidez, zehaztuta daude.

Horietaz gain, beste zenbait aspektu ere definitzen ditu, hala nola aspektu teknikoak, ekonomikoak, legalak eta administratiboak. Bezeroaren eta ingeniariaren arteko harremanak finkatzen ditu, eta hirugarren figura bat ere sartzen du prozesuan: kontratista. Hemen azaldutako instalazio eta aplikazio baldintzak betetzea derrigorra izango da.

Baldintzen Agiria proiektuaren helburuan gaizki ulerturik egon ez dadin errazten den agiria da. Esan bezala, sortutako baldintza tekniko, ekonomiko eta administratiboak finkatzen ditu. Bertan, transmisioaren fabrikazioa, muntaketa eta mantentze baldintzak argitaratuko dira.

5.1.2. Argitaratze data

Proiektu hau Bilbon, 2019ko ekainaren 27an argitaratuko da.

5.1.3. Agiriaren hedadura

Dokumentu honek, alde batetik, transmisioaren ezaugarri funtzionalak eta fabrikazio, muntaia eta erabilera baldintzak definitzen ditu. Beste aldetik, bezeroaren eta ingeniariaren hartu emana kontrolatzen du, bakoitzaren eskumenak eta betebeharrak zehaztuz.

Sakon aztertuz gero, alderdi teknikoan lehengaietatik hasita transmisioaren entrega burutu arte bete beharreko neurriak eta baldintzak ezartzen dira. Hau, prozesuan parte hartzen duen pertsona orok bete behar du: fabrikazioaz arduratuko den enpresak, azpikontratak, bezeroak, ...

Baldintza ekonomikoetan alderdi ekonomikoak izango dira aztergai. Baldintza administratiboetan, ostera, aspektu fiskalak eta baldintza legeak zehaztuko dira.

5.1.4. Araudi orokorren aipamena eta lanaren dokumentuak

Proiektuaren funtzionamendua egokia izan dadin beharrezkoa da gauzatzen hasi aurretik dokumentu hau arreta handiz irakurtzea. Esan beharrezkoa da, baita, transmisioaren manipulazioa eta konponketa (baita mantenua ere) tekniko espezializatuek egin beharko dituztela.

Proiektu honek zazpi dokumentu nagusi ditu:

1. Dokumentua: Aurkibide Orokorra
2. Dokumentua: Memoria
3. Dokumentua: Kalkuluak
4. Dokumentua: Planoak
5. Dokumentua: Baldintzen Agiria
6. Dokumentua: Aurrekontua
7. Dokumentua: Berezko garrantzia duten ikerlanak

Proiektuan adierazita ez dagoen edozein aldaketa ezingo da proiektuaren zuzendariaren onarpenik gabe egin, hau kontratuzko izaeradun dokumentua baita. Aldaketaren bat egin gura bada erantzukizun osoa aldaketak burutu dituen arduradunarena izango da.

Proiektuan erabili diren araudi nagusiak honako hauek dira:

- ✓ Dokumentuari buruzkoak:
 - Dokumentuen kalitate-beharrizanak → UNE 157001-2002
 - Dokumentuen aurkezpen ereduak → UNE 50132
- ✓ Planoak burutzeko araudiak:
 - Planoaren formatuak → UNE 1-026-83/2
 - Errotulazio kutxa → UNE 1-035-95
 - Planoen tolestea → UNE 1-027-95
 - Planoen eskala → UNE 1-026-83/2
 - Marrazketa oinarriak → UNE 1-032-82
 - Idazkera → UNE 1-034-71/1
 - Osagaien zerrenda → UNE 1-135-89
 - Osagaietikiko erreferentziak → UNE 1-100-83

5.1.5. Ager daitezkeen akatsak

Proiektuan aurrera eramatean desadostasunen bat agertuz gero, proiektu honetako dokumentuek izango dute lehentasuna, indarrean dagoen legediak kontraktorik esaten ez duen bitartean. Planoa eta gero, Baldintzen Agiria izango da indar gehien izango duen dokumentua.

Bestetik, planoetan xehetasunen bat falta bada eta beharrezkoa baldin bada, kontratistak buruturiko gehigarri orok proiektuaren zuzendariaren oniritzia beharko du burutu ahal izateko.

5.2. BEREZKO BALDINTZAK

Atal honetan transmisioari dagozkion baldintza tekniko, ekonomiko eta administratiboak azalduko dira.

5.2.1. Baldintza Teknikoak

Transmisio sistema osatzen duten elementu orok planoetan eta gainontzeko dokumentuetan zehaztutako baldintzak bete behar dituzte. Dokumentu hau osatzen duten baldintza teknikoak bete egin behar dira, baita fabrikatzaileek adierazten dituztenak ere osagai komertzialen kasuan. Erabiliko diren materialak kalitate eta jatorri ziurtagiriak izan beharko dituzte.

Proiektu honetarako produzituko diren elementuek baldintza eta arau batzuk bete beharko dituzte. Gainera, proiektuaren zuzendariak onartu beharko ditu, espezialistek homologatu ostean.

Zuzendaritza teknikoa da transmisioa osatzeko beharrezkoak diren osagaiak (bai fabrikatuko diren elementuak bai osagai komertzialak) konprobatuko dituenak.

Industrializazioan adituak, bestalde, proiektua aurrera eramateko beharrezkoak diren erremintak ebaluatuko ditu, akatsen bat aurkituz gero ordezkia bilatuz.

Azkenik, kalitateko aditua izango da materialen inguruko informeak, homologazioak, entseguak, produktuaren trazabilitatea eta beste zenbait informazio proiektuaren zuzendaritza teknikoari helarazteaz arduratuko dena.

5.2.2. Materiala

Jarraian transmisioaren atal ezberdinak osatzeko erabiliko diren materialak zehaztuko dira.

5.2.2.1. Orokortasunak

Orokorrean kalitate departamentua da beharrezkoak diren entseguak (gogortasuna, erresistentzia, etab.) egiteaz arduratzen dena. Era berean, aipatzekoa da transmisioaren atal baten materiala aukeratu aurretik atal horrek zein funtzio izango duen, zer nolako kargak jasango dituen eta atalaren iraupena zein izango den aztertzen direla.

Proiektu honetan, halere, ez da horrelakorik egingo eta helburu bera izan duten beste proiektu batzuk izango dira kontuan.

5.2.2.2. Materialen propietateak

Atal honetan transmisioaren fabrikazioa burutzeko erabili behar diren materialak zehazten dira. Material hauen propietateak azaltzen dira eta atal bakoitzarentzat egindako material aukeraketa arrazoitzen da.

✓ 34Cr4

34Cr4 altzairu tenplatu da. Higadurarekiko erresistentzia handia du eta gainazal gogorra dauka. Bere isurpen tentsioa 981 N/mm^2 da. Erresistentzia altua duenez, material hau transmisioa osatzen duten 3 ardatzak osatzeko erabiliko da. Hortaz, ardatz primarioa, tarteko ardatza eta ardatz sekundarioa 34Cr4 altzairu tenplatuarekin egingo dira.

Hona hemen bere konposizio kimikoa:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Besteak
0,30/0,37	< 0,40	0,60/0,90	< 0,035	< 0,035	0,90/1,20	-	-	-

5.1. Taula. 34Cr4 altzairuaren konposizio kimikoa

✓ 20MnCr5

20MnCr5 altzairu zementatu bat da. Higadurarekiko erresistentzia handia eta gainazal oso gogorra ditu. $100\text{-}130 \text{ kg/mm}^2$ -ko trakzio erresistentzia du eta bere isurpen tentsioa 70 kg/mm^2 -koa da. Erresistentzia handia duenez eta gainazalak higadurarekiko babes handia eskaintzen duenez engranajeak burutzeko material hau erabiltzea erabaki da. Hortaz, transmisioa osatuko duten engranaje guztiak burutzeko material hauxe erabiliko da.

Hona hemen bere konposizio kimikoa:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Besteak
0,17/0,22	< 0,40	1,10 /1,40	< 0,035	< 0,035	1/1,30	-	-	-

5.2. Taula. 20MnCr5 altzairuaren konposizio kimikoa

✓ 16MnCr5

16MnCr altzairu zementatua da. Kasu honetan ere, erresistentzia handia eskaintzen du eta gainazala gogorra da. Trakzio erresistentzia $80\text{-}110 \text{ kg/mm}^2$ -koa da eta altzairuaren isurpen tentsioa 60 kg/mm^2 -koa da. Material hau abiadura kaxan kokatuko diren sinkronizatzaileak fabrikatzeko erabiliko da.

Hona hemen bere konposizio kimikoa:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Besteak
0,10/0,19	< 0,40	1/1,30	< 0,035	< 0,035	0,80/1,1	-	-	-

5.3. Taula. 16MnCr5 altzairuaren konposizio kimikoa

✓ 51CrMoV4

51CrMoV4 hobetutako altzairua da. Bere ezaugarriengatik (erresistentzia eta elastizitate handia) malgukietan eta antzeko funtzioak dituzten osagaietan erabiltzen dira. Erresistentzia handiagoa lortu asmoz materialari tenplatu aplikatuko zaio. Materialak 140-170 kg/mm²-ko trakzio erresistentzia du eta bere isurpen tentsioa 120 kg/mm²-a izango da. Proiektu honetan eraztun sinkronizatzaileak burutzeko erabili da.

Hona hemen bere konposizio kimikoa:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Besteak
0,47/0,55	< 0,40	0,70/1,10	< 0,035	< 0,035	0,90/1,20	-	-	0,1/0,25

5.4. Taula. 51CrMoV4 altzairuaren konposizio kimikoa

✓ F114

F114 altzairuak nahiko erresistentzi baxua eskaintzen du. Halere, propietate hau baliagarria da zenbait funtziotarako, adibidez, fusible mekaniko bezala erabiltzeko. Era honetan, altzairu hau erabiliko da txabetak osatzeko. Materialaren isurpen tentsioa 590 N/mm²-koa da eta bere gogortasuna 55 HRC da. Orokorrean aurretik aipatu diren altzairuek baino propietate eskasagoak ditu. Halere, beharrezkoa da hau horrela izatea, transmisio sisteman akatsik balego atal hau apurtu beharko litzateke eta, gainontzeko osagaiak babestuz.

Hona hemen bere konposizio kimikoa:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Besteak
0,42/0,50	< 0,40	0,50/0,80	< 0,045	< 0,045	< 0,40	< 0,40	< 0,10	-

5.5. Taula. F114 altzairuaren konposizio kimikoa

5.2.3. Osagaien deskribapena

Transmisioa osatzen duten elementu guztiak dokumentu honetan zehaztuta daude. Elementuak fabrikatu behar badira 4. Dokumentua Planoak izango da aintzat; elementuak komertzialak badira, ostera, dokumentu honetan espezifikatuko da.

5.2.3.1. Enbragea

Enbragearen diskoaren kanpo diametroa 235 mm-koa da eta barne diametroa 163,50 mm-koa. SACHS etxearen katalogotik aukeratu da kalkuluetan lortutako balioetatik abiatuz eta, hortaz, elementu komertziala da. Enbragea ardatz primarioaren gainean finkatu ahal izateko 7 mm-ko luzera duen artekatua behar dela kalkulatu da, nahiz eta planoetan luzera handiagoa erabiltzea erabaki den, kontserbakor jokatuz: 30 mm. Lotura 16 hortzek osatuko dute euren modulua 2 mm delarik. Ardatza primarioaren diametroa, berriz, 35 mm-koa da. Diseinuan DIN 5480 araua erabili da eta doiketan H8/h9 lasaiera ezartzea erabaki da.

5.2.3.2. Abiadura kaxa

Jarraian abiadura kaxa osatzen duten osagai ezberdinak aztertuko dira.

5.2.3.2.1. Ardatz primarioa

Ardatz primarioak 170 mm-ko luzera du eta 34Cr4 altzairuaz egina dago. Sekzio bakarrak osatuta dago, 35 mm-ko diametroa, ASME kodigoaz definitu dena. Ardatz honetan 27 hertz dituen engranaje bat dago mekanizatuta: 143,66 mm-ko diametro primitiboa eta 50 mm-ko zabalera, modulua 5 mm izanik. Aipatzekoa da ardatzak 0,03 mm-ko tolerantzia geometrikoa (zentrukidetasuna) duela. Era honetan, ardatza egiturara finkatzeaz arduratuko diren errodamendu konikoen funtzionamendu egokia bermatzen da. Errodamenduak ardatzean finkatzeko H7/k6 doiketa erabili da. Ardatzaren hasieran 20 mm-ko luzera duten ildoak mekanizatuko dira DIN 5480 araua erabilita: 35 mm-ko diametroa, 2 mm-ko modulua eta 16 hertz. Enbragea ildo hauen bidez finkatuko da ardatzera.

Gainazal akaberari dagokionez, N9 akabera erabiliko da gune hauek kenduta: artekatua, errodamenduak kokatuko diren gunea eta engranajearen hortzak. Azken kasu hauetan N7 gainazal akabera erabiliko da. Zalantzaren bat izanez gero kontsultatu 4. Dokumentua: Planoak dokumentua.

5.2.3.2.2. Tarteko ardatza

Tarteko ardatzak 690 mm-ko luzera du eta 34Cr4 altzairuz dago fabrikatuta. Ardatza diametro ezberdina duten sekzioz dago osatuta, diametro maximoa 31 mm izanik. Diametro horiek definitzeko ASME kodigoa erabili da. Azpimarratzekoak dira elementu honek bete behar dituen tolerantzia geometrikoak. Era honetan, 0,03 mm-ko zentrukidetasuna eta 0,01 mm-ko zuzentasuna bete beharko dira osagai honen funtzionamendu egokia bermatzeko (bibrazioak saihestu, kolpe txikiak ekidin,...).

Ardatz hau, jakina, errodamenduen bidez finkatuko da. Doiketari dagokionez, H7/k6 erabiliko da errodamenduen inolako arazorik gabe bira dezaten.

Gainazal akaberari dagokionez, aipatzekoa da aspektu honen inportantzia transmisioaren funtzionamenduan. Oso atal zehatza izan behar da, fidakorra, eta hori dela eta N7 gainazal akabera ezartzea erabaki da.

Ardatz honetan engranajeak finkatzeko txabetak erabiliko dira. Honela, inolako hutsegiterik balego txabeta apurtuko litzateke, transmisioa osatzen duten gainontzeko atalak babestuz. Tarteko ardatzeko engranajeak ardatz sekundarioan dauden beste engranajeekin zuzenean konektatuta daude (atzerako martxaz arduratzen den engranajea kenduta), potentziaren transmisioa ahalbidetuz. Atzerako martxaren kasuan 3 engranaje erabiltzen dira transmisioa burutzeko (erdian hirugarren engranaje bat kokatzen da biraketa norantza aldatzeko).

Engranaje guztiak helikoidalak dira (kontaktu hobea, zarata gutxiago) atzerako martxaz arduratzen diren 3 engranajeak kenduta (kasu hauetan hortzak zuzenak dira).

Zehaztasun gehiago gura izanez gero kontsultatu 4. Dokumentua: Planoak dokumentua.

5.2.3.2.3. Ardatz sekundarioa

Ardatz sekundarioak 665 mm-ko luzera du eta beste bi ardatzak bezala 34Cr4 altzairuaz fabrikatuta dago. Kasu honetan ere, ASME kodigoa erabili da ardatza osatzen duten sekzio ezberdinen diametroak kalkulatzeko, maximoa 32 mm delarik. Ardatz honen gainean finkatuta dauden engranajeek libre biratzen dute gidariak abiadura bat aukeratu eta sinkronizatzailea engranaje horretan akoplatu arte. Sinkronizatzaileen funtzionamendu egokia bermatzeko, osagai hauek ildoen bidez finkatu dira ardatzera DIN 5480 araua erabiliz. Sinkronizatzaile bakoitza momentu bihurtzaile jakin bat transmititzeko kapaza izan behar denez ildoen luzera desberdina izango da sinkronizatzaile batetik bestera. Jarraian erakutsiko den taulan abiadura kaxan erabiliko diren sinkronizatzaileen dimentsio nagusiak definitzen dira:

Sinkronizatzailea	Diametroa [mm]	Hortz kopurua
1. eta 2. abiadurak	30	16
3. eta 4. abiadurak	30	16
5. eta 6. abiadurak	25	13

5.6. Taula. Sinkronizatzaileen diametroa eta hortz kopurua

1-2 abiaduren sinkronizatzailea 30 mm-ko zabalera duen artekatuaren gainean kokatuko da. Gainontzeko biak (3-4 eta 5-6 abiaduren sinkronizatzaileak, alegia), 20 mm-ko zabalera duten artekatuen gainean kokatuko dira. Modulu bezala 1,75 mm hartuko da.

Aipatzekoa da 3 artekatu horietaz gain badela beste artekatu bat ere: atzerako martxaren koroa ardatzera lotzeaz arduratuko den artekatua. Hau, 50 mm zabal izango da, 25 mm-ko diametroa izango du eta 13 hortz izango ditu. Modulu kasu honetan ere 1,75 mm izango da.

Ardatz sekundarioa transmisioaren hurrengo osagaiarekin (diferentzialaren parte den pinoiarekin, alegia) lotzeko artekatua erabiliko da. Honako datuak izango ditu lotura horrek: 25 mm-ko diametroa, 13 hortz, 1,75 mm-ko modulu eta 50 mm-ko zabalera.

Ardatz honek, tarteko ardatzak bezala, N7 gainazal akabera izango du. Elementu hau finkatzeko errodamenduak erabiliko dira, eta H7/k6 doikuntza erabiliko da funtzionamendu egokia bermatzeko.

Zalantzaren bat izanez gero 4. Dokumentua: Planoak kontsultatu.

5.2.3.2.4. Engranajeak

Engranajeak abiadura kaxa osatzen duten elementu garrantzitsuenak dira, hauen bidez, transmisio erlazioak lortzen baitira. Proiektu honetan engranaje helikoidalak eta zuzenak erabili dira: helikoidalak kotxea aurrera higitzeaz arduratuko diren abiadurentzako eta zuzenak atzerako martxarentzako. Kasu guztietan 20MnCr5 altzairua zementatua erabiliko da.

5.2.3.2.4.1. Engranaje helikoidalak

Esan bezala, engranaje hauek kotxea aurrera higitzeaz arduratuko diren abiaduretan erabiliko dira. Kaxak 6 abiadura izango ditu. Abiadura bakoitzak, nola ez, engranaje pare bat izango du: bata tarteko ardatzean kokatuko da (pinoia) eta bestea ardatz sekundarioan (koroa). Tarteko ardatzean kokatuta dagoen engranajea txabeta bidez finkatuko den bitartean, ardatz sekundarioan dagoen engranajea errodamendu batez finkatuko da. Era honetan, era librean biratuko du sinkronizatzailea berarekin kontaktuan jartzen ez bada.

Jarraian proiektu honetan erabiliko diren engranajeak azalduko dira, engranaje bakoitzaren parametro nagusiak definituz (zehaztasun gehiago gura bada begiratu 3.4.2. Engranajeen kalkulua atala 3. Dokumentua: Kalkuluak dokumentuan):

PINOIA (Z)	1	2	3	4	5	6	AM
Hortz kopurua	12	18	23	26	29	32	12
Helize angelua	20°	20°	20°	20°	20°	20°	0°
Presio angelua	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°
Zabalera [mm]	50	50	50	50	50	50	50
Pausoa [mm]	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70
Modulua [mm]	5	5	5	5	5	5	5
R primitiboa [mm]	31,93	47,89	61,19	69,17	77,15	85,13	30

5.7. Taula. Pinoien dimentsio nagusiak

KOROA (Z')	1	2	3	4	5	6	AM
Hortz kopurua	42	36	31	28	25	22	40
Helize angelua	20°	20°	20°	20°	20°	20°	0°
Presio angelua	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°
Zabalera [mm]	50	50	50	50	50	50	50
Pausoa [mm]	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70
Modulua [mm]	5	5	5	5	5	5	5
R primitiboa [mm]	111,74	95,77	82,47	74,50	66,50	58,53	100

5.8. Taula. Koroen dimentsio nagusiak

Engranaje guztientzako N9 gainazal akabera aukeratu da. Halere, azpimarratzekoa da zenbait gunetan (gune funtzionaletan) gainazal akabera hobeak definitu direla: N7.

Aipatzekoa da engranajeetan zorro itxurako irtenguneak definitu direla. Honen bidez engranajeak bata bestearen kontra finkatuko dira eta euren arteko distantzia konstante mantenduko da, posizio egokia bermatuz. Egiteko honetara bideratutako gainazalek N7 akabera izango dute interferentziak ekiditeko.

Esan bezala, tarteko ardatzera engranajeak finkatzeko txabetak erabili diren bitartean ardatz sekundarioa engranajeak finkatzeko errodamenduak erabili dira.

Lehenbiziko kasuan (tarteko ardatza – txabetak), engranajeekin kontaktuan dauden guneek N7 gainazal akabera eta H7/k6 doikuntza izango dute.

Bigarren kasuan (ardatz sekundarioa – errodamenduak), orratz erako errodamenduak erabiliko dira engranajeak finkatzeko. Eginkizun honetarako H7/k6 doikuntza aukeratu da. Azpimarragarria da engranajeek alde baten irtengune bat izango dutela. Irtengune hau mekanizazio bidez egingo da, eta bi elementu nagusi izango ditu. Bata, sekzio konikoa. Sekzio koniko hau eraztun sinkronizatzaileak akoplatuko da eta enbrage koniko batek duen funtzio berdina beteko du, engranajearen eta sinkronizatzailearen arteko abiadura berdinduz. Bestea, DIN 5480 araua aintzat hartuz definitutako hortzeria. Behin sekzio konikoak bere lana egin eta engranajeak eta sinkronizatzaileak abiadura antzekoa izatea lortuta, hortz hauen bidez engranajeak eta sinkronizatzaileak bat egingo dute, aukeratutako engranajea finkoa eginez eta hark emandako potentzia transmitituz.

Engranajeek 0,03 mm-ko tolerantzia geometrikoa izango dute (paralelismoa) biraketa zehaztasunez eta inolako arazorik gabe egin dezaten.

Horretaz gain, engranaje guztietan 0,01 mm-ko tolerantzia geometrikoa (zirkularra, oszilazioa) definitu da. Era honetan ardatzen arteko distantzia ahalik eta konstanteena izatea lortu nahi da. Zehaztasun gehiago gura bada begiratu 4. Dokumentua: Planoak dokumentua.

5.2.3.2.4.2. Engranaje zuzenak

Atzerako martxa lortzeko 3 engranaje erabiltzen dira: pinoia, koroa eta biraketa norantza aldatzen duen engranajea. Engranaje hauek, gainontzekoak ez bezala, hortz zuzendunak dira.

Jakinekua denez, pinoiaren eta koroaren tartean kokatuko den engranajearen funtzioa biraketaren norantza aldatzea izango da. Engranaje hau zuzenean mekanizatuko da atzerako martxaz arduratuko den ardatzean. Pinoiaren dimentsio berdinak izango ditu eta hauen artean lortuko den erlazioa 1:1 izango da.

Hona hemen pinoiaren, biraketa aldatzeaz arduratuko den gurpilaren eta koroaren inguruko datuak:

PINOIA (Z) eta GURPILA ($Z_{x,am}$)	AM
Hortz kopurua	12
Helize angelua	0°
Presio angelua	20°
Zabalera [mm]	50
Pausoa [mm]	15,70
Modulua [mm]	5
R primitiboa [mm]	30

5.9. Taula. Atzerako martxaren pinoiaren eta gurpilaren dimentsio nagusiak

KOROA (Z')	AM
Hortz kopurua	40
Helize angelua	0°
Presio angelua	20°
Zabalera [mm]	50
Pausoa [mm]	15,70
Modulua [mm]	5
R primitiboa [mm]	100

5.10. Taula. Atzerako martxaren koroaren dimentsio nagusiak

Atzerako martxaz arduratuko diren engranaje hauek, engranaje helikoidaletan gertatzen den bezala, 0,01 mm-ko tolerantzia geometrikoa (zirkularra, oszilazioak ekiditeko) izango dute. Nahiz eta gainazal akabera orokorra N9 izan, zenbait gunetan gainazal akabera hobea definituko da. Kontaktua izango duten gunetan, esaterako, N7 akabera erabiliko da. Paralelismo tolerantzia 0,03 mm izango da biraketa egokia ziurtatzeko.

5.2.3.2.5. Errodamenduak

Errodamenduen aukeraketa SKF etxearen katalogoaren bidez egin da. Elementu hauen barne diametroak bat datoz ardatzetan definitu diren sekzioen diametroekin. Aipatzekoa da egoera bakoitzerako (kargak, espazioa, etab.) gomendagarriena den errodamendua aukeratu dela.

Proiektu honetarako aukeratu diren errodamenduak jarraian agertzen direnak dira:

ARDATZ PRIMARIOA		
E euskarria - 33207	$\varnothing = 35$ mm (konikoa)	C = 104 kN
F euskarria - 33207	$\varnothing = 35$ mm (konikoa)	C = 104 kN
TARTEKO ARDATZA		
A euskarria - NUP 305 ECP	$\varnothing = 25$ mm (errodilo zuzenak)	C = 46,5 kN
B euskaria - QJ 305 MA	$\varnothing = 25$ mm (boladuna)	C = 42,5 kN
ARDATZ SEKUNDARIOA		
C euskarria - NUP 305 ECP	$\varnothing = 25$ mm (errodilo zuzenak)	C = 46,5 kN
D euskaria - QJ 305 MA	$\varnothing = 25$ mm (boladuna)	C = 42,5 kN
ERA LIBREAN BIRATZEN DUTEN GURPILAK		
1. abiadura - NA 6906	$\varnothing = 30$ mm (orratz erakoa)	C = 42,9 kN
2. abiadura - NKI 32/30	$\varnothing = 32$ mm (orratz erakoa)	C = 36,9 kN
3. abiadura - NA 6906	$\varnothing = 30$ mm (orratz erakoa)	C = 42,9 kN
4. abiadura - NA 6906	$\varnothing = 30$ mm (orratz erakoa)	C = 42,9 kN
5. abiadura - NA 69/28	$\varnothing = 28$ mm (orratz erakoa)	C = 39,6 kN
6. abiadura - NKI 25/30	$\varnothing = 25$ mm (orratz erakoa)	C = 31,9 kN

5.11. Taula. Aukeratutako errodamenduak

5.2.3.2.6. Sinkronizatzaileak

Sinkronizatzaileak 3 elementu ezberdinez osatuta daude: eraztun sinkronizatzailea, kubo sinkronizatzailea eta sinkronizatzailea (koroa). Jarraian elementu bakoitza aztertuko da.

Eraztun sinkronizatzaileak 51CrMoV4 altzairuarekin daude eginda. Elementu hauek forma konikoa izateaz baliatzen dira engranajeen eta kubo sinkronizatzaileen kontra egiteko eta, honela, engranajeen eta kubo sinkronizatzaileen abiadura berdintzeko (frikzio bidez). Atal koniko honetaz gain (sinkronizatze prozesuaren lehenbiziko atalaz arduratuko dena), eraztunak beste elementu garrantzitsu batzuk ditu sinkronizazioa burutzeko: hortzak, DIN 5480 arauaz definitu direnak. Aipatzekoa da sinkronizatzaileen tamaina eta hortz kopurua sekzioaren diametroaren menpe egongo direla. Gainazal akabera N7 izango da eraztun sinkronizatzaileetan.

Kubo sinkronizatzaileak, berriz, 16MnCr5 altzairuaz osatuta daude. Elementu hauek hortzak dituzte bai kanpotik bai barnetik. Barneko hortzek sinkronizatzailea eta ardatz sekundarioa elkartzen dituzte, eta hori dela eta H7/j6 doiketa definitu da gune horretan. Kanpoko hortzen bidez kubo sinkronizatzaileek bat egiten dute sinkronizatzaileekin, atal guztiak elementu bakar bat izango balira bezala joka dezaten. Hortzak, bai barnekoak bai kanpokoak, DIN 5480 araua jarraituta definitu dira. Kuboaren kasuan ere N7 da gainazal akabera elementu benetan garrantzitsua baita abiadura kaxaren funtzionamendua egokia izan dadin.

Azkenik, sinkronizatzaileak 16MnCr5 altzairuz egingo dira. Hauexek dira ezkerretara eta eskuinetara mugituko direnak engranajeak, eraztunak eta kuboak elementu bat balira bezala joka dezaten. Sinkronizatzailea aldagailuari konektatuta dago

urkila baten bidez. Era horretan, gidariak beharizanen arabera abiadura definitu dezake. Kasu honetan ere N7 da gainazal akabera.

Zalantzarik izanez gero kontsultatu 4. Dokumentua: Planoak dokumentua.

5.2.3.2.7. Txabetak

Txabetak DIN 6885 araua jarraitzen duten elementu komertzialak dira. Materialari dagokionez, C-45 altzairua aukeratu da, osagai hauek fusible mekaniko bezala joka dezaten eta inolako arazorik egonez gero transmisio sistemaren gainontzeko elementuak babesteko. Txabeta guztiak berdinak izango dira: 25x10x8 mm. Rodavigo etxearen katalogoa erabili da aukeraketa egiteko.

5.2.3.3. Diferentziala

Diferentziala 4 elementu nagusiz osatuta dago: pinoia, koroa, sateliteak eta planetarioak. Osagai hauen dimentsionaketa burutzeko DIN 780 araua erabili da. Tren epizikloidal batek bezala jokatzeko dute osagai hauek.

Pinoia →

Pinoia ardatz sekundarioaren bukaeran mekanizatutako ildoen bidez lortuko da, eta 40NiCrMo7 altzairuaz egina egongo da. Ildoak definitzeko, jakina, DIN 5480 araua jarraitu da. N9 gainazal akabera da aukeratu dena, nahiz eta gunee batzuetan (ildoetan) N7 akabera definitu den.

Koroa →

Koroa ere 40NiCrMo7 altzairuaz egina egongo da. Kasu honetan ere, DIN 5480 araua jarraitu da hortzak definitzeko. Gainazal akaberari dagokionez, N9 akabera izan da definitu dena, nahiz eta pinoiekin gertatzen den bezala, gunee batzuetan N7 akabera zehaztu (hortzak).

Sateliteak →

Sateliteek momentu bihurtzailea planetarioetara transmititzen dute. Engranaje konikoak dira.

Planetarioak →

Planetarioak, sateliteak bezala, engranaje konikoak dira. Elementu hauek palierrei transmititzen diete potentzia eta azken hauek dira, palierrak alegia, gurpilekin kontaktuan daudenak eta hauek higitzea eragiten dutenak.

5.2.4. Exekuzio baldintzak

Transmisio sistema osatzen duten elementuak 3 motatakoak izan daitezke. Alde batetik, kotxearen parametroek baldintzatzen dituzten elementuak aurki daitezke. Hauek, parametro horiek aintzat hartuta diseinatu behar dira. Beste aldetik, elementu

komertzialak eta normalizatuak ditugu. Azken hauek fabrikatzaile espezializatuek sortzen dituzte eta, beraz, beharrezko baldintza teknikoak betetzen dituztela konprobatu behar da soilik.

5.2.4.1. Lehengaiak

Transmisioa osatuko duten elementu gehienen jatorria altzairu barrak dira. Era berean, engranajeak, ardatzak eta sinkronizatzaileak fabrikatzeko mekanizazioa erabiliko da. Beharrezkoa da elementu horiek fabrikatzeko erabiliko den materialak kalitate ziurtagiria izatea, materialaren konposizio kimikoa egokia dela konprobatzeko eta enpresek ingurugiro baldintzak betetzen dituztela egiaztatzeko.

5.2.4.2. Hortzak

Transmisioaren hainbat osagaik hortzak dituzte, hala nola ardatzek eta engranajeek. Hortz hauek mekanizazio bidez burutuko dira, fresa erabiliz hain zuzen (*fresa madre* deritzana). Industrian eginkizun honetarako gehien erabiltzen den metodoa da eta ez du piezan markarik uzten, emaitza nahiko egokia lortuz.

Engranajeen tamaina eta beharrezkoa den zehaztasun maila kontuan izanda, aipatzekoa da elementu hauek sortzeko prozesu ezberdinak erabili daitezkeela: estrusioa, forja, tenkaketa, trokelatua,...

Hortzen fabrikazio prozesua honako hau izango da:

- 1- Erabiliko den lehengaia (materiala) identifikatu
- 2- Beharrezko erremintak prestatu (hortz sortzailea)
- 3- Pieza bertikala tornu bertikalean mekanizatu
- 4- Beharrezko erreminta makinan (hortz sortzailea) kokatu
- 5- Hortzen mekanizazioari hasiera eman
- 6- Hortzen mekanizazioa amaituta doiketak burutu
- 7- Artezketa eta tenplaketa burutu
- 8- Kalitate kontrola egin

5.2.4.3. Gainazal akabera

Aplikazioak eskatzen dituen propietateak lortzeko piezan zenbait prozesu egiten dira. Hauek dira gainazal akabera egokia behar duten guneak:

- Doitasun handiko gainazalak
- Eginkizun estetikoak duten gainazalak
- Kontaktua duten gainazalak
- Ahokadura duten gainazalak (gainazal funtzionalak)
- Elementu ezberdinen kokalekuak (errodamenduak ardatzetan, esaterako)

- Txabeten ahokalekuak

Gainazal akabera onak eskatzen dituzten osagaien kalitate kontrola oso garrantzitsua da transmisioaren funtzionamenduan eragin nabarmena izango baitu aspektu honek.

5.2.4.4. Perdoi geometriko eta dimentsionalak

Oro har, gainazal akabera ona eta perdoi geometrikoak elkarren eskutik joaten dira, eta hori gertatzen da proiektu honetan.

Errespetatu beharreko perdoin inguruan inongo dudarik edo kontraesanik egonez gero beharrezkoa izango da proiektuaren zuzendariari adieraztea.

Planoetan agertzen diren perdoiak errespetatu egin behar dira eta osagai guztiak kalitate kontrol bat pasatu behar dute. Kasu honetan, kalitate kontrol hori FAI “First Article Inspection” kontrola egitean oinarritzen da. Aztertze prozesu horretan osagaien 3 lagin hartuko dira eta planoan adierazitako neurri guztiak neurtuko dira, guztiak perdoi geometrikoak errespetatzen dituztela konprobatuz. Azterketa bisuala ere egingo da materiala egokia dela eta itxuraz egoera onean dagoela baieztatzeko.

5.2.4.5. Tratamendu termiko eta kimikoak

Transmisioa osatzen duten zenbait elementu tratamendu termikoak behar dituzte eskakizunei aurre egiteko. Ardatzek eta engranajeek, esaterako, tenplaketa eta zementazioa behar dituzte materialaren propietate mekanikoak hobetzeko: erresistentzia, gogortasuna,... Honekin osagaiek iraupen luzeagoa izatea lortzen da.

Aipatzekoa den beste tratamendu bat zinkatua da. Honen bidez materialak halako estaldura bat lortzen du korrosioari eta oxidazioari aurre egiteko. Transmisioa, adibidez, ingurugiro baldintza txarretan egongo da (hezetasuna,...) eta zinkatua onuragarria izango da baldintza gogor hauei aurre egiteko.

Beti bezala kalitate kontrola beharrezkoa izango da tratamendu termiko hauek behar bezala aplikatu diren konprobatzeko. Gogortasun frogak egiteko Brinell saiakuntza erabiliko da. Tratamendu termikoen egiaztapena burutzeko saiakuntza suntsitzaileak erabiliko dira eta zinkatuaren eragina frogatzeko gatz ganberak. Bi kasuetan probetak erabiliko dira.

5.2.4.6. Muntaia

Osagai guztien fabrikazioa burututa, elementu komertzialak jasota eta kalitate kontrol guztiak eginda muntaiari ekingo zaio. Hona hemen jarraitu beharreko prozesua:

- Enbragearen presio multzoa muntatu
- Enbragearen gainontzeko multzoak muntatu
- Presio multzoa inertzia bolantera finkatu

- Enbrage osoa muntatu eta kutxaren aurrealdean kokatu
- Abiadura kaxaren ardatzetan joango diren elementuak finkatu. Sekuentzia errespetatu beharra dago muntaia egokia izan dadin. Txabetak, engranajeak, sinkronizatzaileak, errodamenduak, ...).
- Ardatzak dagokien posizioan finkatu
- Diferentziala muntatu (multzoa) eta ardatz sekundarioarekin lotura egin

Muntaketa burutzeko beharrezkoak diren erremintak eta errekurtsioak langilearen esku egon behar dira. Gomendagarria da plastikozko punta duen mailua erabiltzea osagaiak muntatzen ez kaltetzeko.

Zerbaitek huts eginez gero edo elementuren bat hautsiz gero, muntaketa prozesuan jarraitutako sekuentzia jarraituko da baina alderantziz.

5.2.4.7. Koipeztaketa eta lubrifikazioa

Transmisioan aurki daitezkeen elementu birakariak (engranajeak edota errodamenduak, adibidez) lubrifikatzeko olioak erabiliko da. Olioak hori egiteko nagusi izango ditu. Batetik, transmisioaren osagai birakarien mugimendua erraztuko du. Bestetik, olioaren fluxuak osagaien tenperatura kontrolatuko du, hauek larregi berotzea ekidinez. Azkenik, osagaien gainazala babestuko du.

Transmisioetan erabiltzen diren olio mota ezberdinak dauden arren, proiektu honetan MTF LT 2 olioak erabiltzea erabaki da. Olio hau baldintza gogorre aurre egiteko aukera egokia da.

Garrantzitsua da, baita, olioaren bizi iraupena errespetatzea eta definitutako kilometroak egin ostean olioak aldatzea. Olio berberarekin beharrezkoa baino kilometro gehiago eginez gero, olioak bere propietateak galduko ditu eta ez da kapaza izango bere funtzioak betetzeko. Era horretan, transmisioa osatzen duten osagaiak kaltetuak izan daitezke. Proiektu honetan muga 45000 km-tan jarri da.

5.2.4.8. Konprobaketa

Behin transmisioa muntatuta beronen funtzionamendua egokia dela frogatzea beharrezkoa da. Froga horiek tailer baten egingo dira eta fabrikatzailearen esku egongo dira. Transmisioa erresistentzia limitei (kalkuluetan kalkulatu direnak, ikusi 3. Kalkuluak dokumentua) aurre egiteko gai den konprobatuko da, horretarako kalibratuta dagoen erreminta bat erabiliz.

5.2.4.9. Kalitate kontrola

Fabrikazio prozesuan zehar zenbait kalitate kontrol burutuko dira produzitu nahi den produktuak beharrezko funtzioak betetzen dituela ziurtatzeko. Era honetan, ezinbestekoa izango da lehengaiek kalitate ziurtagiriak izatea materialen kalitatea ona

dela bermatzeko. Ziurtagiri hauetan entseguen bidez lortutako materialaren parametroez gain (fluentzia tentsioa, gogortasuna, etab.) beronen konposizio kimikoa ere agertu beharko da. Balore guztiak 5.2.2. *Materialak* atalean espezifikatutako mugen barnean egon beharko dira. Aipatzekoa da, baita, lehengaien kalitate ziurtagiriak jasotzeaz gain entsegu propioak ere egingo direla. Era honetan, materialaren erresistentzia neurtuko da probetak erabiliz eta gogortasuna neurtuko da Brinell saiakuntza eginda.

Fabrikatutako eta muntatutako elementuak neurtuak izan beharko dira. Hau betetzeko FAI "*First Article Inspection*" delakoa izango jarraituko da. Erreferentzia bakoitzetik 3 lagin hartu eta planoetan (4. *Planoak* dokumentua) definitzen diren kota guztiak betetzen direla konprobatuko da.

Azpimarratzekoa da entsegu eta neurketa guztiak dokumentatuak izango direla: entsegua/neurketa, tokia, data eta arduraduna. Honela, inolako arazorik egonez gero trazabilitateaz baliatu ahalko da arazoa mugatzeko.

5.2.4.10. Enbalajea eta garraioa

Behin fabrikazio eta muntaketa prozesua amaituta eta produktua lortuta, hau enbalatu egin behar da bezeroari bidali ahal izateko. Garrantzitsua da horretarako erabiliko den kaxaren barnealdea material bigunez osatua egotea eta produktua bertan ondo finkatzea. Era honetan garraioan sor daitezkeen akatsak ekidingo dira.

Behin transmisioa kaxaren barnean finkatuta, hau plastikoz inguratuko dugu hezetasunetik babesteko eta palet baten gainean kokatuko da. Jakinekoa denez, paletaren neurriak kaxarenak baino handiagoak izan beharko dira.

Azpimarratzekoa da produktuak (transmisioak) zein kaxak etiketak izango dituztela (serie zenbakia, lotea, data, lekua). Honekin trazabilitatea ziurtatuko da.

5.3. BALDINTZA EKONOMIKO ETA ADMINISTRATIBOAK

5.3.1. Planifikazioa

1- Fabrikatzaileak 20 eguneko epea izango du transmisioa burutzeko programazioa aurkezteko. Programazio horretan fabrikazio prozesu horren iraupena eta eman beharreko pausoak azalduko dira:

- Antolaketa
- Kalitate kontrolak
- Mekanizazioa
- Muntaia
- Entseguak / Kalitate kontrola
- Garraioa eta entrega

2- Programazioan atzerapenik izanez gero bezeroari eta proiektugileari abisatuko zaio.

3- Bezeroak eta proiektugileak atzerapenaren arrazoiak aztertuko dituzte eta egoera ebaluatuko dute. Ebaluazioan atzerapenaren arrazoiak gutxietsiko balira fabrikatzaileak proiektuaren %7-ko gainkostua ordaindu beharko luke.

5.3.2. Proiektuaren lanketa

1- Fabrikatzaileak kontratuan definitutako datak errespetatu beharko ditu.

2- Fabrikatzaileak ezin izango du kostua handituko duen inolako aldaketarik egin bezeroaren eta proiektugilearen onespenerik gabe.

3- Tailerrean burutuko diren entsegu, saiakuntza eta probak kontratuan aintzat hartzen dira.

5.3.3. Ordainketa

1- Behin bezeroak eta proiektugileak kostua adostuta, bezeroak aukera izango du kostu hori epeka ordaintzeko:

- Kostuaren % 25a eskaera onartutakoan ordainduko du
- Kostuaren %25a proiektua martxan jarritakoan ordainduko du
- Gainontzeko %50a produktua jasotakoan ordainduko du

2- Bankuekin edo bestelako entitateekin sor daitezkeen gastuak bezeroaren erantzukizuna izango dira.

3- Bezeroak ordainketa definitutako epeetan ordaintzen ez badu isun ekonomiko eta administratibo bat sortuko da bere aurka.

5.3.4. Entrega

- 1- Behin beharrezko entsegu eta probak eginda eta kalitate kontrolak gaindituta, produktua enbalatu eta bezeroari bidaliko zaio.
- 2- Bezeroak aukera izango du nahi dituen probak burutzeko.
- 3- Transmisioa kotxean muntatzea bezeroaren ardura izango da. Prozesu horretan sor daitezkeen akatsak (markak, kolpeak,...) bere erantzukizuna izango dira.

5.3.5. Garantia

- 1- Lehenbiziko 6 hilabeteetan sor daitezkeen arazoak (funtzionamendu arazoak, osagaien matxura,...) bermearen barnean egongo dira eta fabrikatzailearen erantzukizuna izango da konponketa.
- 2- Epe horretan arazorik balego tekniko bat hurbilduko da bezeroarengana eta matxura konponduko du. Bezeroak ez du inolako kosturik ordaindu beharko.
- 3- Bezeroak transmisioa jaso eta bertan inolako kalterik aurkituko balu fabrikatzaileak izango luke arazoak konpontzeko erantzukizuna.
- 4- Akatsak transmisioa bezeroari entregatu eta gero sortu badira (trebatu gabeko esku lana tarteko, adibidez) fabrikatzaileak ez du inolako erantzukizunik izango.

5.3.6. Patenteak eta lizentziak

Proiektugileak lizentziak, patenteak edota beste konpainia baten metodoak erabili nahi izanez gero, dagozkion baimenak izan beharko ditu eta bezeroari erakutsi, honek gura izanez gero.

5.3.7. Sekretu profesionala

- 1- Proiektugileak bezeroaren ustetan informazio konfidentziala jasoko balu, azken honek honen berri emango dio.
- 2- Proiektugileak ezin izango die proiektuaren inguruko informaziorik hirugarren pertsoneri erakutsi bezeroaren baimenik gabe.
- 3- Berdina gertatuko da proiektugileak bezeroari emango dion informazio konfidentzialarekin. Bezeroak ezin izango du informazio hori erabili proiektugilearen oniritzirik gabe.

Bilbon, 2019ko ekainaren 27an

Ingeniaritza Mekanikoko Gradua

Garramiola Saizar, Jon

78954078-T

Sinatua: