



ESEIAAT

Manual de gestió del treball

Disseny i càlcul d'un motor síncron d'imants permanents per a un vehicle elèctric

Autor: Pau Bas Calopa
Tutor i Director: Dr. Jordi Riba Ruiz

Juny 2020

Objecte del manual de gestió del treball

Aquest document d'ús intern pretén ser un manual per a desenvolupar una correcta gestió del treball. L'objectiu d'aquest document no és realitzar un manual de gestió de projecte de caràcter laboral sinó acadèmic per al present treball.

Abast

L'abast és una part molt important que defineix quines són les tasques que es desenvoluparan i quines no. A partir d'aquest anàlisi es desenvoluparà el llistat de tasques i servirà com a guia per a no desviar els recursos cap a activitats que no contribueixen a finalitzar el treball amb èxit. En cas que apareguin noves tasques que no havien estat previstes, cal valorar quin impacte tenen sobre la programació abans de realitzar-les.

- Aquest treball contempla la realització d'un estudi de la dinàmica del vehicle elèctric per tal de determinar els requisits tècnics del motor a partir dels quals es podrà efectuar un disseny previ recolzat mitjançant càlcul paramètric .
- Es realitzarà el disseny i els càlculs (Elèctrics, Magnètics, Tèrmics i Mecànics) del motor amb les simulacions informàtiques necessàries.
- Es faran els plànols corresponents del motor.
- Es farà la documentació necessària per al desenvolupament d'un treball d'aquestes característiques: (pressupost, plec de condicions, planificació)
- Totes les il·lustracions dels documents que conformen el treball seran elaborades de forma pròpia tret d'aquelles que presentin una dificultat excessiva per manca de mitjans. Aquestes imatges aniran correctament identificades amb la seva font.

Especificacions

Requeriments: Punts que necessàriament ha d'acomplir el treball,

- El motor ha de satisfer els requisits de velocitat, potència i parell que es determinin a partir de l'estudi dinàmic del vehicle.
- El motor i els seus components han de satisfer els requisits tècnics calculats als estudis:
 - Les temperatures no poden sobrepassar els límits tèrmics dels materials.
 - Els camps elèctrics no poden sobrepassar els límits dielèctrics dels materials
 - Els esforços mecànics al motor no poden sobrepassar els límits elàstics dels materials.
- El motor ha de satisfer el cicle de conducció normatiu europeu NEDC

Criteris: Punts que són desitjables d'acomplir en el treball

- És desitjable que el pes del motor es redueixi al més lleuger possible.
- És desitjable realitzar la selecció de materials tenint en compte el menor preu possible que evidentment sigui suficient per a garantir el bon funcionament del motor.
- És desitjable que les vibracions del motor es redueixin al mínim possible. És a dir cal procurar que les irregularitats del parell siguin mínimes.
- És desitjable que les temperatures es mantinguin també als valors més baixos possibles.

Paquets de treball (WBS)

ID	Nivell d'esquema	Nombre d'esquema	Nom de tasca
1	1	0	Treball
2	2	1	Gestió d'integració del treball
3	3	1.1	Gestió de l'abast del treball
4	4	1.1.1	Definir l'abast del treball
5	4	1.1.2	Recopilar els requisits
6	4	1.1.3	Crear el WBS
7	4	1.1.4	Controlar l'abast del treball
8	3	1.2	Gestió del temps
9	4	1.2.1	Definir les activitats
10	4	1.2.2	Seqüenciar les activitats
11	4	1.2.3	Estimar la duració de les activitats
12	4	1.2.4	Estimar els recursos de les activitats
13	4	1.2.5	Controlar el cronograma
14	3	1.3	Gestió de la qualitat
15	4	1.3.1	Planificar la gestió de la qualitat
16	4	1.3.2	Controlar la qualitat
17	3	1.4	Gestió de les comunicacions
18	4	1.4.1	Planificar la gestió de les comunicacions
19	4	1.4.2	Controlar les comunicacions
20	3	1.5	Gestió de riscos
21	4	1.5.1	Identificar els riscos
22	4	1.5.2	Realitzar l'anàlisi qualitatiu dels riscos
23	4	1.5.3	Realitzar l'anàlisi quantitatiu dels riscos
24	4	1.5.4	Planificar les respostes als riscos
25	4	1.5.5	Controlar els riscos
26	3	1.6	Gestionar les parts interessades
27	4	1.6.1	Identificar les parts interessades
28	4	1.6.2	Planificar la gestió de les parts interessades
29	4	1.6.3	Gestionar la participació de les parts interessades
30	4	1.6.4	Controlar la participació de les parts interessades
31	2	2	Documentació del treball
32	3	2.1	Project Charter
33	3	2.2	Memòria
34	3	2.3	Plànols
35	3	2.4	Plec de condicions
36	3	2.5	Pressupost
37	2	3	Disseny i càlcul de la màquina elèctrica
38	3	3.1	Estudi dinàmic del vehicle elèctric
39	4	3.1.1	Recerca sobre vehicles elèctrics i híbrids
40	4	3.1.2	Aprentatge de programació en Simscape
41	4	3.1.3	Elaboració del model
42	4	3.1.4	Realitzar un estudi dinàmic del vehicle amb Matlab
43	3	3.2	Dimensionament del motor
44	4	3.2.1	Recerca sobre el càlcul analític de motors elèctrics
45	4	3.2.2	Elaboració del full de càlcul en Maple
46	4	3.2.3	Càlcul iteratiu de les dimensions del motor
47	3	3.3	Selecció de materials

48	4	3.3.1	Realització del estudi de selecció de materials
49	4	3.3.2	Realització del estudi de selecció de bobinat
50	4	3.3.3	Realització del estudi de selecció del rotor
51	3	3.4	Disseny magnètic
52	4	3.4.1	Aprenentatge de programació en LUA
53	4	3.4.2	Aprenentatge de programació en LISP
54	4	3.4.3	Elaboració del programa per a simulacions en FEMM
55	4	3.4.4	Elaboració del programa de dibuix automàtic AutoCAD
56	4	3.4.5	Realitzar càlcul analític combinat amb simulacions
57	4	3.4.6	Realitzar procés d'optimització
58	3	3.5	Disseny dielèctric
59	4	3.5.1	Aprenentatge i recerca sobre aïllants
60	4	3.5.2	Dissenyar el model dielèctric
61	4	3.5.3	Realitzar els càlculs i simulacions en FEMM
62	3	3.6	Disseny tèrmic
63	4	3.6.1	Recerca en refrigeració de motors en vehicles elèctrics
64	4	3.6.2	Dissenyar el model de transferència de calor
65	4	3.6.3	Realitzar càlculs i simulacions en Motor-CAD
66	3	3.7	Disseny mecànic
67	4	3.7.1	Dissenyar el model mecànic
68	4	3.7.2	Realitzar càlculs i simulacions en Motor-CAD
69	3	3.8	Avaluació de cicles de conducció
70	4	3.8.1	Aprenentatge i recerca sobre els cicles de conducció
71	4	3.8.2	Realitzar model i simulacions en Motor-CAD
72	3	3.9	Plànols constructius
73	4	3.9.1	Realitzar el modelat 3D en CAD
74	4	3.9.2	Obtenir els plànols a partir del CAD

Planificació del treball

En aquest apartat es fa una planificació de les tasques que cal dur a terme per a realitzar el treball i es fa una estimació de la programació temporal mitjançant el programa MS Project.

ID prèvia	Nom de tasca	Dies Inici	Fi	1 enero		1 febrero		1 marzo		1 abril		1 mayo		1 junio			
				30/12	13/1	27/1	10/2	24/2	9/3	23/3	6/4	20/4	4/5	18/5	1/6	15/6	
1	Treball	130	1/1/20 30/6/20														
2	1 Gestió d'integració del treball	130	1/1/20 30/6/20														
3	1.1 Gestió de l'abast del treball	129	2/1/20 30/6/20														
4	1.1.1 Definir l'abast del treball	7	2/1/20 10/1/20														
5	4 1.1.2 Recopilar els requisits	7	13/1/20 21/1/20														
6	5 1.1.3 Crear el WBS	7	22/1/20 30/1/20														
7	6 1.1.4 Controlar l'abast del treball	101	11/2/20 30/6/20														
8	1.2 Gestió del temps	130	1/1/20 30/6/20														
9	1.2.1 Definir les activitats	7	1/1/20 9/1/20														
10	9 1.2.2 Seqüenciar les activitats	7	10/1/20 20/1/20														
11	10 1.2.3 Estimar la duració de les activitats	7	21/1/20 29/1/20														
12	10 1.2.4 Estimar els recursos de les activitats	7	21/1/20 29/1/20														
13	12 1.2.5 Controlar el cronograma	73	20/3/20 30/6/20														
14	1.3 Gestió de la qualitat	117	20/1/20 30/6/20														
15	1.3.1 Planificar la gestió de la qualitat	7	20/1/20 28/1/20														
16	15 1.3.2 Controlar la qualitat	110	29/1/20 30/6/20														
17	1.4 Gestió de les comunicacions	117	20/1/20 30/6/20														
18	1.4.1 Planificar la gestió de les comunicacions	7	20/1/20 28/1/20														
19	18 1.4.2 Controlar les comunicacions	110	29/1/20 30/6/20														
20	1.5 Gestió de riscos	130	1/1/20 30/6/20														
21	1.5.1 Identificar els riscos	3	1/1/20 3/1/20														
22	21 1.5.2 Realitzar l'anàlisi qualitatiu dels riscos	3	6/1/20 8/1/20														
23	22 1.5.3 Realitzar l'anàlisi quantitatiu dels riscos	3	9/1/20 13/1/20														
24	23 1.5.4 Planificar les respostes als riscos	3	14/1/20 16/1/20														
25	24 1.5.5 Controlar els riscos	91	25/2/20 30/6/20														
26	1.6 Gestionar les parts interessades	97	17/2/20 30/6/20														
27	1.6.1 Identificar les parts interessades	3	17/2/20 19/2/20														

ID prèvia	Nom de tasca	Dies Inici	Fi	1 enero		1 febrero		1 marzo		1 abril		1 mayo		1 junio		
				30/12	13/1	27/1	10/2	24/2	9/3	23/3	6/4	20/4	4/5	18/5	1/6	15/6
28	27 1.6.2	Planificar la gestió de les parts interessades	7	24/2/20	3/3/20											
29	28 1.6.3	Gestionar la participació de les parts interessades	1	4/3/20	4/3/20											
30	28 1.6.4	Controlar la participació de les parts interessades	1	30/6/20	30/6/20											
31	2	Documentació del treball	130	1/1/20	30/6/20											
32	2.1	Project Charter	7	1/1/20	9/1/20											
33	2.2	Memòria	102	10/2/20	30/6/20											
34	2.3	Plànols	10	17/6/20	30/6/20											
35	2.4	Plec de condicions	8	19/6/20	30/6/20											
36	2.5	Pressupost	8	19/6/20	30/6/20											
37	3	Disseny i càlcul de la màquina elèctrica	125	1/1/20	23/6/20											
38	3.1	Estudi dinàmic del vehicle elèctric	20	1/1/20	28/1/20											
39	3.1.1	Recerca sobre vehicles elèctrics i híbrids	15	1/1/20	21/1/20											
40	3.1.2	Aprentatge de programació en Simscape	15	1/1/20	21/1/20											
41	3.1.3	Elaboració del model	15	1/1/20	21/1/20											
42	41 3.1.4	Realitzar l'estudi dinàmic del vehicle	5	22/1/20	28/1/20											
43	3.2	Dimensionament del motor	80	1/1/20	21/4/20											
44	3.2.1	Recerca sobre el càlcul analític de motors elèctrics	80	1/1/20	21/4/20											
45	42 3.2.2	Elaboració del full de càlcul en Maple	30	29/1/20	10/3/20											
46	45 3.2.3	Càlcul iteratiu de les dimensions del motor	30	11/3/20	21/4/20											
47	3.3	Selecció de materials	20	29/1/20	25/2/20											
48	42 3.3.1	Realització del estudi de selecció de materials	20	29/1/20	25/2/20											
49	42 3.3.2	Realització del estudi de selecció de bobinat	20	29/1/20	25/2/20											
50	42 3.3.3	Realització del estudi de selecció del rotor	20	29/1/20	25/2/20											
51	47 3.4	Disseny magnètic	47	26/2/20	30/4/20											
52	3.4.1	Aprentatge de programació en LUA	7	26/2/20	5/3/20											
53	3.4.2	Aprentatge de programació en LISP	7	26/2/20	5/3/20											
54	52 3.4.3	Elaboració del programa de simulacions femm	20	6/3/20	2/4/20											
55	53 3.4.4	Elaboració del programa de dibuix automàtic	20	6/3/20	2/4/20											
56	54 3.4.5	Realitzar càlcul analític combinat amb simulacions	10	3/4/20	16/4/20											
57	56 3.4.6	Realitzar procés d'optimització	10	17/4/20	30/4/20											
58	57 3.5	Disseny dielèctric	10	1/5/20	14/5/20											
59	3.5.1	Aprentatge i recerca sobre aïllants	7	1/5/20	11/5/20											
60	3.5.2	Dissenyar el model dielèctric	5	1/5/20	7/5/20											

ID prèvia	Nom de tasca	Dies Inici	Fi	1 enero		1 febrero		1 marzo		1 abril		1 mayo		1 junio	
				30/12	13/1	27/1	10/2	24/2	9/3	23/3	6/4	20/4	4/5	18/5	1/6
61	60 3.5.3 Realitzar els càlculs i simulacions en FEMM	5	8/5/20 14/5/20												
62	58 3.6 Disseny tèrmic	15	15/5/20 4/6/20												
63	3.6.1 Recerca en refrigeració de motors en vehicles	10	15/5/20 28/5/20												
64	3.6.2 Dissenyar el model de transferència de calor	10	15/5/20 28/5/20												
65	64 3.6.3 Realitzar càlculs i simulacions en Motor-CAD	5	29/5/20 4/6/20												
66	62 3.7 Disseny mecànic	6	5/6/20 12/6/20												
67	3.7.1 Dissenyar el model mecànic	3	5/6/20 9/6/20												
68	67 3.7.2 Realitzar càlculs i simulacions en Motor-CAD	3	10/6/20 12/6/20												
69	66 3.8 Avaluació de cicles de conducció	2	15/6/20 16/6/20												
70	3.8.1 Recerca sobre els cicles de conducció	2	15/6/20 16/6/20												
71	3.8.2 Realitzar model i simulacions en Motor-CAD	2	15/6/20 16/6/20												
72	66 3.9 Plànols constructius	7	15/6/20 23/6/20												
73	3.9.1 Realitzar el modelat 3D en CAD	4	15/6/20 18/6/20												
74	73 3.9.2 Obtenir els plànols a partir del CAD	3	19/6/20 23/6/20												

Qualitat

Per tal d'assegurar que el treball acompleix les normes de qualitat, **en una situació laboral** és recomanable implementar un sistema de gestió de la qualitat basada en les següents normes:

ISO 9001:2015

Aquesta norma de qualitat serveix per a assegurar la qualitat dels processos d'una organització. Des de la compra de materials, avaluació de proveïdors, processos de fabricació de productes, gestió de les comunicacions dins de l'organització fins al tracte amb clients o el benestar dels treballadors. És una norma bàsica per a qualsevol organització que aspira a gestionar un bon sistema de qualitat.

ISO 17025:2017

És convenient la implementació d'aquesta norma que es centra en la qualitat dels assaigs i calibratges dins d'un laboratori. El seguiment d'aquesta norma assegura les bones pràctiques i la qualitat dels resultats dels assaigs d'un laboratori.

En la situació acadèmica actual però es vol gestionar la qualitat del treball i del seu contingut. Per tal d'aconseguir-ho es concerten reunions amb el tutor i d'altre personal qualificat que permeti comprovar la qualitat dels càlculs i del text.

Parts implicades

Les parts implicades en aquest treball en la situació acadèmica actual s'enumeren a continuació:

- **Tutor i Director del treball:** En aquest cas la figura recau en la mateixa persona. És l'encarregat de donar suport acadèmic en cas que l'estudiant requereixi de consells de caràcter tècnic o formal del treball.
- **Membres del tribunal del TFM:** són els encarregats d'avaluar el treball i la seva qualitat, el conformen el president, els secretaris i dos vocals. La seva interacció però no es requereix fins a la presentació del treball.
- **Proveïdors:** Per aquest treball concret es recorre als proveïdors per a la obtenció de dades, especialment de preus, materials i solucions comercials d'actualitat.
- **Col·laboradors:** són totes aquelles persones que de forma desinteressada estan disposats a oferir part del seu temps per a donar consells, idees o la seva opinió. Habitualment es busca gent que tingui una experiència i formació tècnica que doni validesa a la seva opinió.

Comunicacions

Pel que fa al registre de dades es poden distingir dos tipus de comunicació: la comunicació enregistrada com per exemple missatges de correu electrònic, àudios de whatsapp, vídeos enregistrats etc. I la comunicació no enregistrada com poden ser les reunions presencials, les trucades telefòniques o bé les videoconferències.

Comunicació no enregistrada

Sempre que es concerti una reunió, ja sigui telemàtica o bé presencial es prepararà un document previ amb els principals punts que s'han de tractar a la reunió. Aquest mateix

document servirà com a Acta de reunió i s'annotarà tota la informació rellevant per al treball. Si el document és en suport paper, es farà la corresponent transcripció a document digital.

Comunicació enregistrada

Pel que fa als correus electrònics i d'altres missatges enregistrats, no caldrà fer cap mena de transcripció ja que el missatge es manté enregistrat. Però si que es marcarà el missatge amb una etiqueta que permeti identificar-lo com a contingut d'interès per al treball.

Riscs

En aquest apartat es fa un anàlisi dels riscos més probables d'aquest treball i es proposen una sèrie d'accions que es duran a terme per tal d'evitar-los. Per tal de facilitar l'anàlisi es fa un llistat amb els riscos i posteriorment s'assigna un valor de 1 a 5 de probabilitat i un d'impacte en que 1 vol dir molt baixa probabilitat o impacte i 5 vol dir molt alta probabilitat o impacte.

5	Very High	5	10	15	20	25
4	High	4	8	12	16	20
3	Medium	3	6	9	12	15
2	Low	2	4	6	8	10
1	Very Low	1	2	3	4	5
		Very Low	Low	Medium	High	Very High
		1	2	3	4	5

Risc	P	I	P·I	Acció preventiva	Acció correctora
Pèrdua o eliminació accidental de material informàtic	4	4	16	Treballar en una carpeta en sincronització al núvol (Mega, Dropbox, GoogleDrive...) ¹ .	Accedir al historial de versions del proveïdor de serveis d'emmagatzematge al núvol.
Risc de malaltia covid-19	3	5	15	Confinament total 14 dies abans de l'inici del treball.	Contactar els serveis mèdics i la universitat.
Tancament dels proveïdors per covid-19	4	2	8	Realitzar les consultes abans que hi pugui haver tancament.	Disposar d'una base de dades alternativa.
Problemes tècnics durant entrega del treball	2	4	8	Realitzar la entrega del treball com a mínim 5 dies abans del termini.	Contactar la universitat i assegurar la entrega per altres mitjans.
Lesió física durant el transcurs del treball	2	3	6	Procurar per la ergonomia en el lloc de treball.	Reposar la zona afectada, avançar altres aspectes del treball i si empitjora contactar serveis mèdics.
Pèrdua permanent d'ordinador	1	5	5	Evitar la instal·lació de programari nou i seguir les recomanacions tècniques de manteniment.	Disposar d'un ordinador de substitució amb els programes necessaris ja instal·lats.
Pèrdua permanent de connexió a internet	1	4	4	No fer cap modificació a aleatòria i assegurar la seguretat de la xarxa	Tenir preparat un accés alternatiu a la xarxa.

¹ Per aquest treball no hi ha risc de robatori de propietat industrial ja que és un treball acadèmic. En cas que calgui protegir-la, és crític l'ús de programari que garanteixi la protecció d'aquesta propietat.