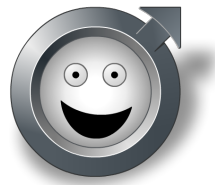


Kravspecifikation

FUDGE - The FUn to Drive Generic Engine

Version 1.2

Dokumentansvarig: Johan Nyman
Datum: 14 december 2014



STATUS

Granskad	Johan Nyman	2014-12-13
Godkänd		

PROJEKTIDENTITET

Gruppens epost: vichi302@student.liu.se
Hemsida: <http://www.isy.liu.se/edu/projekt/tsrt10/2014/fudge>
Beställare: Lars Eriksson, Linköping University
Epost: larer@isy.liu.se
Kund: Fredrik Wemmert, Volvo Cars Corporation
Epost: fredrik.wemmert@volvocars.com
Kursansvarig: Daniel Axehill, Linköping University
Epost: daniel@isy.liu.se
Handledare: Andreas Thomasson, Linköping University
Epost: andreast@isy.liu.se

Namn	Huvudansvar	Telefon	E-post (@student.liu.se)
Victor Birath	Projektledare	073-3803759	vichi302
Christoffer Björck	Scavengingansvarig	076-3366683	chrbj434
Tommie Eriksson	ALS-ansvarig	073-9227513	tommer022
Oscar Hällman	Testansvarig	070-0085225	oscha321
Sepehr Kristofersson	Simulinkansvarig	073-9194174	sepkr761
Joel Martinsson	Modellansvarig	070-2436077	joema115
Johan Nyman	Dokumentansvarig	073-4036547	johny548
Patrik Sjögren	Kvalitet/Designansvarig	073-3406598	patsj514

DOKUMENTHISTORIK

Version	Datum	Gjorda förändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2014-09-12	Första utkastet	JN	-
0.2	2014-09-18	Andra utkastet	FUDGE	JN
0.3	2014-09-18	Tredje utkastet	FUDGE	JN
0.4	2014-09-24	Fjärde utkastet	FUDGE	JN
1.0	2014-09-29	Första versionen	FUDGE	JN
1.1	2014-10-21	Krav 60 tillagt	VB	JN
1.2	2014-11-19	Krav 8 reviderat Krav 10 borttaget Krav 22-23 borttaget Krav 28 reviderat Krav 31-34 borttaget Krav 35 reviderat Krav 36 borttaget Krav 42-44 borttaget Krav 60 borttaget Krav 61-72 tillagt	FUDGE	JN

INNEHÅLL

1 Inledning	1
1.1 Parter	1
1.2 Syfte och Mål	1
1.3 Användning	1
1.4 Bakgrund	1
1.5 Definitioner	2
2 Översikt av systemet	2
2.1 Grov beskrivning av produkten	2
2.2 Produktkomponenter	2
2.3 Beroenden till andra system	3
2.4 Delsystem	3
2.5 Avgränsningar	3
2.6 Designfilosofi	3
2.7 Generella krav på hela systemet	3
3 Anpassning av befintlig modell	3
3.1 Modell	4
3.2 Regulatorer	4
3.3 Utvärdering	4
4 Utökning av modell	4
4.1 Teori	5
4.2 Modell	5
4.3 Utvärdering	5
5 Scavenging	5
5.1 Inledande beskrivning	5
5.2 Teori	5
5.3 Modell	6
5.4 Utvärdering	6
6 Anti Lag System	6
6.1 Teori	6
6.2 Modell	7
7 Krav på vidareutveckling	7
8 Ekonomi	7
9 Leveranskrav och delleranser	7
10 Dokumentation	8
10.1 Krav på dokumentation	8
11 Kvalitetskrav	8



1 INLEDNING

Projektet FUDGE (The Fun to Drive Generic Engine) är ett studentprojekt i kursen TSRT10 Reglerteknisk projektkurs som ges vid Linköpings Tekniska Högskola. Projektets mål är att utveckla och anpassa modeller och regulatorer för att förbättra transientprestandan hos en turboladdad bensinmotor.

Projektet sker i samarbete med Volvo Cars Corporation, och inriktar sig på att arbeta med Volvos nya motorarkitektur VEA (Volvo Engine Arcitecture).

I detta dokument presenteras de krav som projektet kommer att arbeta mot. Kraven definieras på formen:

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
------	------------	-----------------	-----------

Under "Krav" numreras kravet, "Förändring" beskriver huruvida kravet har blivit reviderat eller är ursprungligt (Original), "Kravbeskrivning" ger en kort beskrivning av kravet och "Prioritet" definierar kravets prioritet enligt avsnittet *Definitioner*.

1.1 PARTER

Kund:	Volvo Cars Corporation, Fredrik Wemmert
Beställare:	Fordonssystem, Lars Eriksson
Kontaktperson hos beställare:	Lars Eriksson / Andreas Thomasson
Examinator:	Daniel Axehill
Projektgrupp:	8 studenter från Y- och M-linjen

1.2 SYFTE OCH MÅL

Målet med detta detta projekt är att anpassa tidigare motormodeller och regulatorer till Volvos nya VEA-motor samt att ta fram modeller och reglerstrategier för att förbättra transientprestandan i densamma.

Transientprestandan kommer i projektet studeras utifrån Scavenging samt ALS och hur dessa kan utnyttjas för att upprätthålla en momentreserv. För att studera dessa metoder så kommer även nuvarande modell utökas för att ta hänsyn till fler variabler som tändtid och kamfasning.

1.3 ANVÄNDNING

De regulatorer och reglerstrategier som utvecklas under projektet ska i slutändan kunna användas av kunden Volvo Car Corporation, främst till deras motorfamilj VEA.

1.4 BAKGRUND

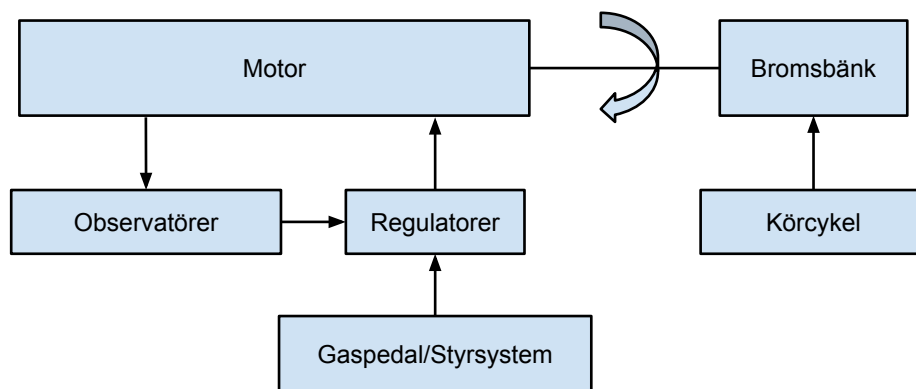
Detta projekt bygger på ett tidigare projekt som gick under hösten 2013 på LiTH. I det tidigare projektet skapades en modell av en annan motor som tillverkades av General Motors (GM). Tanken var att denna modell skulle modifieras för att passa Volvos VEA-motor utan större arbetsinsats. Det togs även fram regulatorer som ska anpassas och specificeras för VEA.



1.5 DEFINITIONER

Alla krav är uppdelade i prioriteter (1-3). Med ett prio 1 krav menas att det skall vara uppfyllt vid slutet av projektet. Prio 2 innebär att det menas att genomföras men är inte vitala för produktens leverans och godkännande. Detta ger att prio 2 krav kan förkastas vid brist av resurser i slutet av projektet. Prio 3 krav skall uppfyllas då resurser finns kvar och krav 1 och 2 är uppfyllda. Siffror inom parentes visar vilka andra krav som ett krav är beroende av. Vid benämning av ALS (Anti Lag System) menas i detta dokument en kontrollerad misständning med hjälp av fördröjd tändtidpunkt.

2 ÖVERSIKT AV SYSTEMET



Figur 1: Översikt av systemet.

Systemet består av en Simulinkmodell med regulatorer. Detta projekt är en vidareutveckling i blocken Motor och Regulatorer från en tidigare modell.

2.1 GROV BESKRIVNING AV PRODUKTEN

Slutprodukten innehåller en modell med regulatorer anpassad för VEA motorn bestyckad med en enkelturbo. Regulatorerna kan även ta hänsyn till scavenging/ALS för att utvinna bättre transientprestanda.

2.2 PRODUKTKOMPONENTER

Produkten innehåller följande komponenter: Regulatorer för kamfasning och tändtidpunkt. Modeller för kamfasning, tändtidpunkt, scavenging och ALS. Dokumentation om teori kring ALS och scavenging.



2.3 BEROENDEN TILL ANDRA SYSTEM

Modellering, regulatorer och simulering kommer att göras i MATLAB med Simulink. Test av motorregulatorer och datainsamling från körningar tillhandahålls av Fordonssystem.

2.4 DELSYSTEM

- Modell anpassad för VEA-motorn
- Modell av Scavengingflöde
- Modell för avgastemperatur (ALS)

2.5 AVGRÄNSNINGAR

Projektet avgränsas till de simulinkmodeller och regulatorer som utvecklas och omfattas ej av de fysiska komponenter som förutsätts för en realisering av projektet. Vidare kommer projektet endast att fokusera på att förbättra transientprestandan och lämnar därför frågan om emissioner till senare projekt. Modeller för tändvinkel och kamsförsning behöver inte kunna nyttjas samtidigt.

2.6 DESIGNFILOSOFI

Projektmodellen baseras på tidigare modeller och ett etablerat modellbibliotek, därmed kommer projektets modeller designas i samma struktur för att enkelt kunna utnyttjas i nästkommande projektiterationer.

2.7 GENERELLA KRAV PÅ HELA SYSTEMET

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
1	Original	Motormodellen ska vara implementerad i Simulink	1
2	Original	Samtliga delsystem ska kunna testas separat	1
3	Original	Validering av modeller ska dokumenteras	1
4	Original	Modellernas giltighetsområde och noggrannhet ska dokumenteras	1
5	Original	Modeller ska valideras innan de testas på motor	1

3 ANPASSNING AV BEFINTLIG MODELL

Först måste den befintliga modellen, som finns tillgänglig från tidigare projekt, utvecklas och anpassas till den nya motorn. Modellen för Volvos VEA motor ska vara anpassad för en enkelturbo och den ska regleras med lambda-, knack- samt turboreglering. Varvtalsdata för turboregleringen kommer från en observatör. Regleringen bygger på tidigare projekt och ska vara möjlig att vidareutveckla för framtida motorer.



3.1 MODELL

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
8	Original	Simulinkmodell av liknande VEA med enkelturbo skall finnas	1
9	Original	Lista på alla parametrar som behövs för att anpassa modellen till en ny motor skall skapas	1
61	Tillagt 2014-11-17	Modellen för trottellarea ska valideras mot mätdata.	1
62	Tillagt 2014-11-17	Modellen för kompressorns effektivitet ska valideras mot mätdata.	1
63	Tillagt 2014-11-17	Modellen för kompressorns korrigerade massflöde ska valideras mot mätdata.	1
64	Tillagt 2014-11-17	Modellen för motorns fyllnadsgrad ska valideras mot mätdata.	1
65	Tillagt 2014-11-17	Modellen för BMEP ska valideras mot mätdata.	1
66	Tillagt 2014-11-17	Modellen för turbinens effektivitet ska valideras mot mätdata.	1
67	Tillagt 2014-11-17	Modellen för turbinens flödesparameter (TFP) ska valideras mot mätdata.	1

3.2 REGULATORER

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
11	Original	Knackreglering ska anpassas till VEA	2
12	Original	Turboreglering ska anpassas till VEA	1
13	Original	Modväljare för optimering av prestanda/emissioner	2

3.3 UTVÄRDERING

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
14	Original	Modellen ska verifieras mot mätningar på VEA och ska godkännas av testansvarig samt beställare	2
15	Original	Modellen ska vid reglering ligga inom ställda säkerhetskrav, detta ska godkännas av testansvarig och beställare.	1

4 UTÖKNING AV MODELL

När modellen har anpassats till den nya motorn så ska den utökas för att kunna ta hänsyn till fler parametrar som t.ex. tändtidpunkt och kamfasning.



4.1 TEORI

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
17	Original	En beskrivning samt ekvationer för hur motormoment och avgastemperatur beror av tändvinkeln ska presenteras.	1
18	Original	En dokumentation av reglerstrategi för reglering av momentreserv ska presenteras.	1

4.2 MODELL

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
19	Original	En modell för hur motormoment och avgastemperatur som beror av tändvinkeln ska implementeras i den befintliga modellen.	1

4.3 UTVÄRDERING

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
21	Original	Reglerstrategin för momentreserv ska godkännas av testansvarig samt beställare.	1

5 SCAVENGING

I BP4 kommer det i samråd med beställare beslutas om vilka krav i avsnitt 5.4 och 5.5 som ska uppfyllas.

5.1 INLEDANDE BESKRIVNING

Scavenging innebär att man tillåter luft strömma genom cylinderhuset för att varva upp turboaggregatet snabbare. Detta åstadkoms genom att man låter ventiltiderna för insugs- och avgassidan överlappa varandra.

5.2 TEORI

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
24	Original	Ett dokument som sammanfattar och jämför befintliga teorier kring scavenging ska skrivas.	1
25	Original	Scavenging ska förklaras med förankrad teori.	1
26	Original	Risker med scavenging ska listas.	1
27	Original	Åtgärder för att undvika risker relaterade till scavenging ska definieras	2



5.3 MODELL

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
28	Reviderat 2014-11-17	Förenklade ekvationer med motivering ska sammanställas i den tekniska rapporten.	1
29	Original	Scavengingekvationerna ska implementeras i en simulink-modell	1
30	Original	Dokumentation av mätningar som behövs för parameterisering av modellen	1
71	Tillagt 2014-11-18	Förklaring om scavenging är möjligt eller inte i medelvärdesmodellen ska redovisas	1
72	Tillagt 2014-11-18	Om scavenging är möjlig: Förklaring över vilka områden det gäller. Om inte: Redogörelse över vilka faktorer som förhindrar möjligheten.	1

5.4 UTVÄRDERING

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
35	Reviderat 2014-11-17	Skillnaden med och utan Scavenging ska redovisas i relevanta aspekter som prestanda, genom simulering.	2

6 ANTI LAG SYSTEM

I BP4 kommer det i samråd med beställare beslutas om vilka krav i detta avsnitt som ska uppfyllas.

ALS är en metod man använder sig av för att minska svarstiden på turbotrycksresponsen. Metoden går ut på att man tänder sent för att minska motormomentet och öka avgasernas temperatur vilket resulterar i ett högre avgastryck som håller turbovarvtalet uppe. Detta används oftast för att erhålla ett högt varvtal samtidigt som man eftersträvar ett lågt utmoment till drivlinan. Växlingar är ett typiskt exempel då ALS gör så att turbon inte tappar sitt varvtal när man släpper på gasen under själva växlingsmomentet.

6.1 TEORI

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
37	Original	Ett dokument som sammanfattar och jämför befintliga teorier kring ALS ska skrivas.	1
38	Original	Konceptet ALS ska förklaras med förankrad teori.	1
39	Original	Risker med ALS ska listas.	1
40	Original	Åtgärder för att undvika risker med ALS ska definieras.	2
41	Original	Implementering och utvärdering av ALS vid simulering.	1



6.2 MODELL

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
68	Tillagt 2014-11-17	Modellen ska rimlighetsbedömas teoretiskt	1
69	Tillagt 2014-11-17	En känslighetsanalys över avgasttemperatur och turbomoment skall göras	1
70	Tillagt 2014-11-17	En regulator för tändvinkel ska utformas	2

7 KRAV PÅ VIDAREUTVECKLING

Det ska finnas möjlighet för andra att fortsätta utveckla detta projekt efter att det har avslutats. Därför behövs krav på hur projektets dokumentation ska arkiveras.

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
45	Original	All dokumentation inklusive källkod ska sparas på elektronisk form	1

8 EKONOMI

Projektet har vissa begränsningar i form av tid som redovisas nedan.

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
46	Original	Varje projektmedlem ska leverera 240 timmar	1
47	Original	Handledare kan nyttjas 60h för handledning i motorlaboratorium	1
48	Original	Handledare kan nyttjas 25h för övrig handledning	1

9 LEVERANSKRAV OCH DELLEVERANSER

Projektet levereras genom 4 delleveranser inför respektive BP (beslutspunkt). Nedan specificeras vad delleveranserna ska innehålla.

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
49	Original	Vid BP2 ska kravspecifikation, projektplan inklusive tidsplan och systemskiss levereras.	1
50	Original	Vid BP3 ska designspecifikation och testplan levereras	1
51	Original	Vid BP5 ska alla krav med prioritet 1 vara uppfyllda. Testprotokoll, användarhandledning och testplan ska levereras.	1
52	Original	Vid BP6 ska teknisk rapport, efterstudie, posterpresentation, hemsida samt projektfilm levereras	1
53	Original	Tids- och statusrapporter ska lämnas till beställaren varje vecka	1



10 DOKUMENTATION

Dokumenten i projektet kommer att skrivas på svenska och de kommer utformas enligt LIPS-modellen.

Dokument	Syfte	Målgrupp	Format
Kravspecifikation	Definition av vad som ska göras	Beställare	PDF
Projektplan	Beskrivning av hur projektet ska utföras. I denna ingår en översiktlig tidsplan samt systemskiss	Beställare/ Projektgrupp	PDF
Tidsplan	Redovisning av hur arbetet lagts upp	Projektgrupp	Excel el motsv.
Testplan	Beskriva vilka test som ska göras för att säkerställa att kraven uppfylls	Projektgrupp	PDF
Designspecifikation	Detaljerad beskrivning av systemet	Beställare/ Projektgrupp	PDF
Testprotokoll	Dokumentation av genomförda test	Beställare	PDF
Användarhandledning	Beskrivning av hur systemet ska användas	Användare	PDF
Teknisk dokumentation	Detaljerad beskrivning av slutgiltiga systemet	Beställare	PDF
Efterstudie	Utvärdering av projektet	Beställare/ Projektgrupp	PDF
Poster	Kort beskrivning av systemet	Intressenter	Poster
Hemsida	Publik dokumentering av projektet	Intressenter	www-sida
Film	Demonstration av systemet	Intressenter	Digital film

10.1 KRAV PÅ DOKUMENTATION

Här finns de krav som ställs på dokumentationen.

Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
54	Original	Alla dokument ska vara skrivna på svenska	1
55	Original	Alla dokument ska granskas av en person i projektgruppen	1
56	Original	En film ska produceras och publiceras på YouTube	1
57	Original	En poster innehållande en sammanfattning av projektet ska göras	1

11 KVALITETSKRAV

Kvalitetskraven är till för att säkerställa att produkten uppfyller de krav som specificerats i detta dokument.



Krav	Förändring	Kravbeskrivning	Prioritet
58	Original	Den slutgiltiga produkten ska testas enligt testplan	1
59	Original	Modellen ska klara testen som specificerats i testplanen	1