



Användarmanual

Redaktör Björn Kleman

9 december 2020

Version 0.2



Status

Granskad	Robin Holmbom	
Godkänd	Lars Eriksson	



Projektidentitet

Grupp E-post: fabsu408@student.liu.se

Hemsida: <https://tsrt10.gitlab-pages.liu.se/2020/volvo/>

Beställare: Lars Eriksson, Linköpings universitet
Tfn: 013-28 44 09
E-post: lars.eriksson@liu.se

Kund: Fredrik Wemmert, Volvo Cars Corporation
Tfn:
E-post: fredrik.wemmert@volvocars.com

Handledare: Robin Holmbom, Linköpings universitet
Tfn: 013-28 13 27
E-post: robin.holmbom@liu.se

Kursansvarig: Daniel Axehill, Linköpings universitet
Tfn: 013-28 40 42
E-post: daniel.axehill@liu.se

Projektdeltagare

Namn	Ansvar	E-post
Fabian Sund	Projektledare	fabsu408@student.liu.se
Josef Aziz	Mjukvaruansvarig	josz558@student.liu.se
Fuad Hanic	Komponentansvarig (Kamfasning)	fuaha830@student.liu.se
Johnny Josefsson	Informationsansvarig	johjo321@student.liu.se
Sanna Renius	Komponentansvarig (Trottel)	sanre362@student.liu.se
Henrik Holmberg	Mjukvaruansvarig	henho614@student.liu.se
Björn Kleman	Dokumentansvarig	bjokl139@student.liu.se
Jesper Rylander	Designansvarig	jesry572@student.liu.se
Gustav Mann	Kvalitetsansvarig	gusma709@student.liu.se
Henrik Lindgren	Testansvarig	henli430@student.liu.se



INNEHÅLL

1	Inledning	1
2	Simulering	2
2.1	Starta simulering	2
2.2	Val av parametrar vid simulering	2
2.3	Resultat	4
3	Mappstruktur	6
3.1	Mappstruktur och nödvändiga filer	6
3.2	Skiss av mappstruktur	8



DOKUMENTHISTORIK

Version	Datum	Utförda ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2020-09-16	Första versionen	FS	BK
0.2	2020-11-27	Andra versionen	Projektgruppen	BK
0.3	2020-12-08	Tredje versionen	Projektgruppen	



1 INLEDNING

Detta är en användarmanual för hur simuleringsmiljön är tänkt att användas. Simuleringsmiljön består av en enkel motormodell samt tillhörande Matlab-script och Matlab-funktioner.

Innan simuleringen utförs finns det möjlighet att justera följande parametrar i filen *run_application.m* som återfinns i *2020/root/* i samma fil:

- Varvtal 1500 eller 1980
- På- eller avslagen integralverkan
- Linjäriseringen som arbetspunkt eller trajektoria
- På- eller avslaget Kalmanfilter
- Om motorn ska köra effektivt eller med hög prestanda
- Om det ska vara aktuatorfel på VVTn eller inte
- Om det ska finnas en statiskt störning
- Om det ska finnas brus
- Om användaren vill spara data från Simulink

Efter utförd simulering kan resultatet analyseras med hjälp av grafer i den simulinkfil som öppnas när *run_application.m* körs. I kapitel 2 återges en tydligare förklaring av hur simuleringen ska utföras. I kapitel 3 finns ett förklarande flödeschema över projektets mappstruktur och en bild på hur mappstrukturen faktiskt ser ut.



2 SIMULERING

I detta kapitel beskrivs samtliga steg som krävs för att använda simuleringsmiljön. Det beskrivs även hur användaren kan modifiera simuleringsmiljön för att köra önskade simuleringar, samt hur regulatorparametrar kan ändras.

Alla filer finns presenterade i kapitel 3. Där visas ett förklarande flödesschema över mappstrukturen för samtliga filer som krävs för att köra en simulering och även en övergripande bild på mappstrukturen.

2.1 Starta simulering

För att kunna starta simuleringen måste alla parametrar och diverse filer läsas in. Detta görs genom att köra filen *run_application.m*. När den körs kommer simulinkmodellen upp och denna simulinkmodell simuleras automatiskt enligt följande kodrad som finns i *run_application.m*

```
sim('simple_plant')
```

För att få önskad simulering bör diverse parametrar sättas i filen *run_application.m*. Dessa parametrar kommer att gås igenom nedan.

2.2 Val av parametrar vid simulering

I filen *run_application.m* kan diverse parametrar sättas för att simulera motormodellen med önskade inställningar, vilka dessa är presenteras nedan.

2.2.1 Val av varvtal

I *run_application.m* finns möjlighet att välja vilket varvtal den simulerade motorn ska köra. Den kan i skrivande stund köra på 1500 RPM och 1980 RPM. Ett varvtal räcker för att påvisa ett så kallat 'proof of concept' av MPCn, varför dessa inställningar anses tillräckliga för projektet. Vilket varvtal modellen önskas köras med ställs in på följande rad i *run_application.m*.

```
73 engine_speed = 1500;
```

2.2.2 Integralverkan

För att slå på och av integralverkan sätts parametern *int_eff* till 1 om integralverkan önskas vara på och 0 om integralverkan önskas vara av. Integralverkan används för att ta bort statiska fel i regulatorn. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.

```
77 %Integral effect: Off:int_eff = 0; On: int_eff = 1  
78 int_eff = 1;
```

2.2.3 Linjäriseringsmetod

I denna implementation finns det möjlighet att välja att linjärisera med antingen arbetspunkt eller trajektoria. För att köra simulering med arbetspunkt sätts parametern *lin* till 0 och för trajektoria sätts den till 1. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.



```
80 %Linearization: Work point: lin = 0; Trajectory: lin = 1
81 lin      = 0;
```

2.2.4 Extended kalmanfilter

Denna inställning används för att ta bort eventuellt brus i det simulerade systemet. Filtret används framförallt när testcellen körs men bör också användas när simulering med brus körs för att få önskvärt resultat. Det är alltså detta filter som filtrerar bort brus. För att slå på kalmanfiltret används parametern *ekf*, som sätts till 0 för avstängt läge och 1 för påslaget läge. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.

```
83 %Extended Kalman Filter: Off: ekf = 0; On: ekf = 1
84 ekf      = 1;
```

2.2.5 Kostnadsfunktion

I simuleringen kan MPC-regulatorn köras i två olika lägen; ett läge som är bränsleeffektivt och ett som ger hög prestanda. För att välja det effektiva läget sätts parametern *cost_func* till 0 och för hög prestanda till 1. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.

```
86 %Costfunctions: Efficiency: cost_func = 0; Performance: cost_func = 1
87 cost_func = 1;
```

2.2.6 Aktuatorfel i VVTn

Det finns också en inställning för simulering med aktuatorfel i VVTn. Detta ställs in genom att sätta parametern *act_vvt_fault* till 0 om inget fel önskas och 1 om fel önskas. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.

```
89 %Actuator fault VVT: No fault: act_vvt_fault = 0; Fault: act_vvt_fault = 1
90 act_vvt_fault = 0;
```

2.2.7 Brus

För att åstadkomma en verklighetstrogen simulering av motormodellen *simple_plant* och för att testa extended kalman filter kan slumpmässigt brus tillsätts. Detta görs genom att sätta parametern *noise* till 1 för att slå på brus och 0 för att simulera utan brus. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.

```
93 %Noise Disturbance: Off: noise = 0; On: noise = 1
94 noise = 1;
```

2.2.8 Statiskt fel

För att testa att integralverkan fungerar som den ska kan statiskt fel tillsättas. Detta görs genom att sätta parametern *static_dist* till 1 för att simulera med statiskt fel och 0 för att simulera utan statiskt fel. Detta görs på följande rad i filen *run_application.m*.



```
96 %Static Disturbance: Off: static_dist = 0; On: static_dist = 1
97 static_dist = 1;
```

2.2.9 Spara data

För att spara data från Simulink till en .mat-fil sätts parametern *struct_save* till 1. Om användaren ej vill spara data, låt *struct_save* vara 0. Namnet användaren vill att .mat-filen ska heta skrivs ersätts med *myStruct* på rad 101.

```
100 %Name your file
101 struct_name = 'myStruct';
102
103 %Save struct: Do not save file: struct_save = 0; Save file: struct_save = 1
104 struct_save = 1;
```

2.2.10 Tuning av ekf och MPC viktmatriser

För att ändra viktmatriserna, Q_1 och Q_2 , för regulatorns målfunktion går man in i följande fil:
volvo/2020/root/parameters/parameters.m.

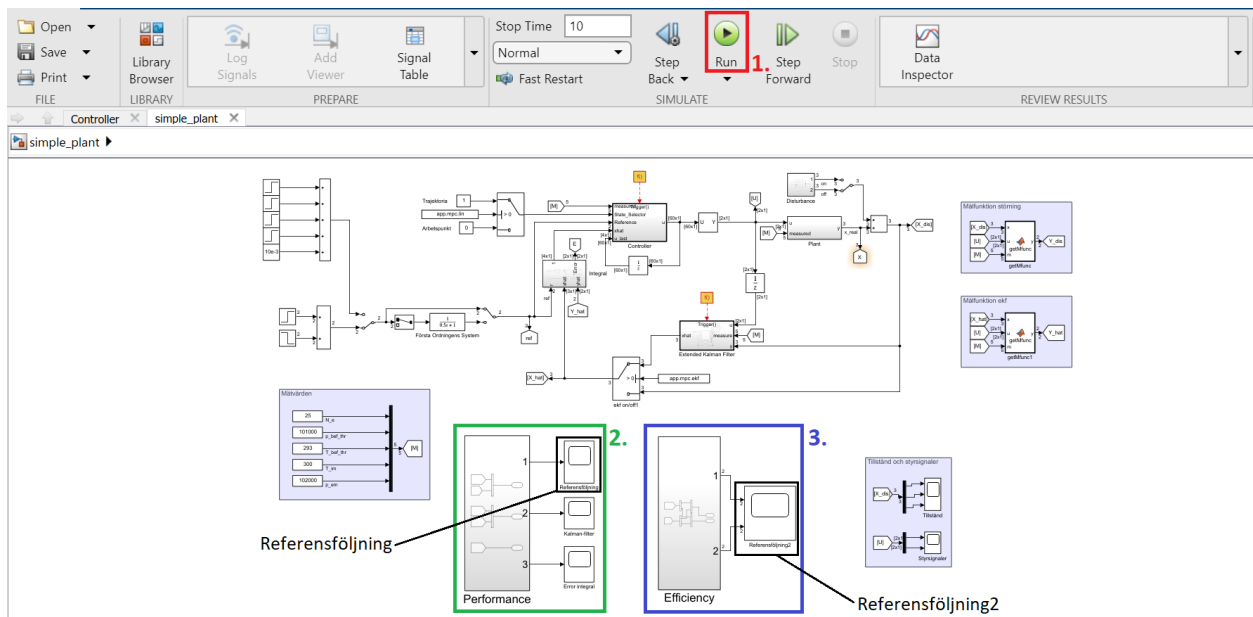
Beroende på vilken målfunktion man använder har viktmatriserna olika storlekar. För efficiency-läget gäller det att $Q_1(1,1)$ viktat referensföljning av massflöde, $Q_1(2,2)$ viktat pumpförluster, $Q_1(3,3)$ viktat integralverkan, $Q_2(1,1)$ viktat Δu_1 och $Q_2(2,2)$ viktat Δu_2 .

För performance-läget gäller det att $Q_1(1,1)$ viktat massflöde och $Q_1(2,2)$ viktat integraldelen.

EKF-parametrarna finns i samma script där R och Q är viktningar för mät- och processbrus för alla tillstånd.

2.3 Resultat

Efter att ha kört *run_application.m* med önskade parameterinställningar (simulinkmodellen körs genom att klicka på knappen som visas i den röda rutan i figur 1) kan resultaten utvärderas. Simulink-modellen kommer att kommentera ut den kostnadsfunktion som ej valts. För att se referensföljning av massflödet väljs antingen scope *referensföljning* eller scope *referensföljning2 - referensföljning* om *performance*-läget (grön ruta i figur 1) körs och *referensföljning2* om *efficiency*-läget körs (blå ruta i figur 1). I övrigt kan även extended kalmanfiltret och integralverkans åskådliggöras om *Performance*-läget körs. Tillstånden och styrsignalerna kan visas i både lägena.



Figur 1: Simulink-modell med instruktioner för användning.



3 MAPPSTRUKTUR

3.1 Mappstruktur och nödvändiga filer

Notera att mappen *LinModel* är en tom mapp som skapas första gången användaren kör programmet.

```
root
├── intake_manifold
│   ├── MPC_intake_manifold_advanced.m
│   └── MPC_intake_manifold_basic.m
├── MPC
│   ├── LinModel
│   ├── cost_functions
│   │   ├── _efficiency.m
│   │   ├── _performance.m
│   │   ├── _pim.m
│   │   ├── _pim_four_states.m
│   │   └── _test_aktuator.m
│   ├── mpc_functions
│   │   ├── CreateBlockDiagonal.m
│   │   ├── Discretize.m
│   │   ├── CreateBlockDiagonal.m
│   │   ├── MpcGenerateReference.m
│   │   ├── MpcQPformulation.m
│   │   ├── MpcQPformulationLinearized.m
│   │   ├── MpcVectorize.m
│   │   ├── MpcVectorizeLin.m
│   │   ├── MpcVectorizeLinearized.m
│   │   ├── Mpc_GenerateNextTimeVec.m
│   │   ├── generateTrajectoryG.m
│   │   └── getControllerFunc.m
│   ├── error_check.m
│   ├── int_extend.m
│   ├── main.m
│   └── std_val.m
├── parameters
│   ├── VVT_param.mat
│   └── parameters.m
├── simulink_engine_models
│   └── simple_plant.slx
├── throttle
│   └── MPC_throttle_main.m
├── VVT
│   ├── blackbox
│   │   └── MPC_VVT_blackbox_main.m
└── UI_file_folder_check.m
```



```
|_ qpOASES_SQProblem.mexa64  
|_ qpOASES_SQProblem.mexmaci64  
|_ qpOASES_SQProblem.mexw64  
|_ run_application.m  
|_ writeVariablesToStruct.m
```



3.2 Skiss av mappstruktur

Nedan presenteras en överskådlig bild över mappstrukturen och vilka filer som kallar på vilka.

