

## Tqs - Torque Structure

### 1 [Torque Structure] Torque Structure

#### 1.1 [Overview]

Figure 1: [Tqs Function Overview]

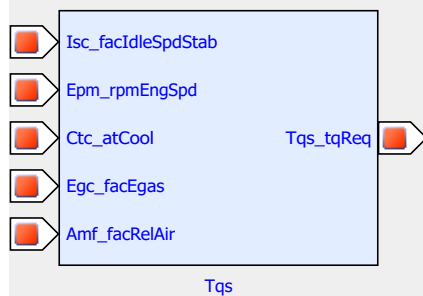
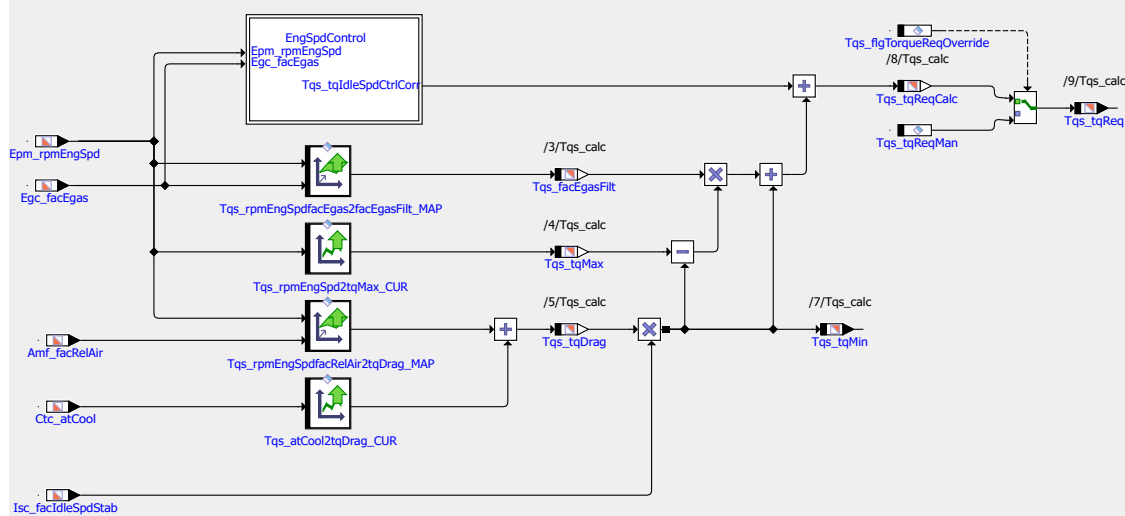


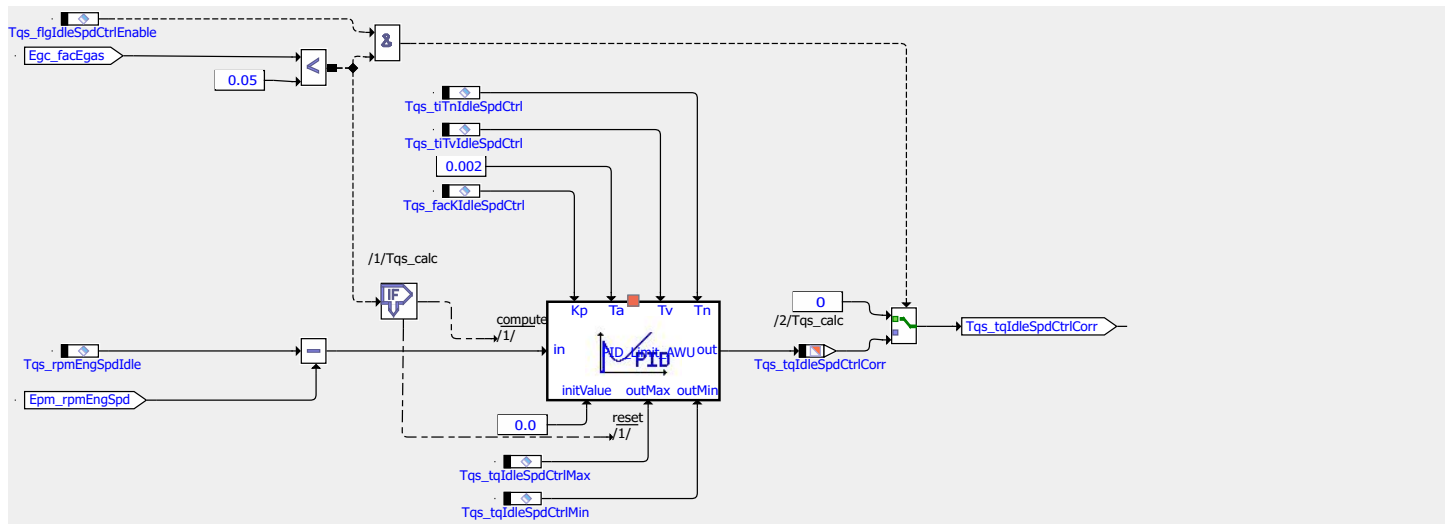
Figure 2: [TorqueStructure.Main]



#### 1.2 [Momentenstruktur]

Das Modul Momentenstruktur (TorqueStructure) berechnet das benötigte Moment, dass der Motor bereitstellen muss, um sich selbst am laufen zu halten und dem Fahrerwunsch gerecht zu werden. Zur Selbsterhaltung muss der Motor soviel Moment abgeben, wie durch innere Verluste verbraucht wird (Schleppmoment **Tqs\_tqDrag**). Es wird in Abhängigkeit von der Drehzahl **Epm\_rpmEngSpd** und der relativen Füllung **Amf\_facRelAir** über das Kennfeld **Tqs\_rpmEngSpdFacRelAir2tqDrag\_MAP** abgeschätzt. Grundsätzlich kann man sagen, dass bei hohen Drehzahlen mehr Reibung, welche zu größerem Schleppmoment führt, auftritt als bei Niedrigen. Hinzu kommt eine Korrektur durch die Kühlmitteltemperatur **Ctc\_atCool** über das Kennfeld **Tqs\_atCool2tqDrag\_CUR**. Bei sehr niedrigen Temperaturen erhöht sich das Schleppmoment durch die hohe Viskosität des Motoröls. Ab einer Temperatur von rund 60 degree Celsius wird es zu Null.

Figure 3: EngSpdControl [TorqueStructure.Main.EngSpdControl]



Der Motor soll ohne Fahrerwunsch stabil eine Leelaufdrehzahl halten, d. h., die Momentenanforderung muss dem Schleppmoment entsprechen. Bei hohen Drehzahlen soll die Momentenanforderung ohne Fahrerwunschmoment zurückgehen, damit sich die Drehzahl reduziert (Motorbremse) und bei niedrigeren als der Leerlaufdrehzahl erhöhen, damit der Motor nicht ausgeht. Das wird erreicht, indem ein drehzahlabhängiges minimales Moment errechnet wird. Dazu wird der Stabilisierungsfaktor  $Tqs\_facEngSpdStab$  durch Division der Leerlaufdrehzahl  $Tqs\_rpmTorqueInc$  und der aktuellen Drehzahl errechnet und mit dem Schleppmoment multipliziert. Bei hohen Drehzahlen ist das minimal angeforderte Moment kleiner als das Schleppmoment, der Motor bremst also, bei Leerlaufdrehzahl wird der Faktor zu Eins, d. h., das Schleppmoment wird genau ausgeglichen und bei Drehzahlen unterhalb der Leerlaufdrehzahl findet eine Überhöhung statt, sodass der Motor beschleunigt und versucht die Leerlaufdrehzahl zu erreichen. Die Bildung aus dem Maximum von Drehzahl und Eins dient dazu, unter allen Umständen eine Division durch Null zu verhindern.

Auf Basis dessen wird im Anschluss der Fahrerwunsch abhängig von Drehzahl und Pedalstellung  $Egc\_facEgas$  über das Kennfeld  $Tqs\_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt\_MAP$  gefiltert und als Faktor zwischen dem minimal benötigten und dem ebenfalls drehzahlabhängigen ( $Tqs\_rpmEngSpd2tqMax\_CUR$ ) maximal abgebbaren Moment  $Tqs\_tqMax$  interpretiert. Abbildung 5.7 veranschaulicht die Zusammenhänge der Berechnungen (s. auch Gleichung 5.12) grafisch.

Die Grundparametrierung der Kennfeld- und Kennlinienwerte stammen aus einem vorhandenen BMW-8-Zylinder-Modell mit entsprechenden Anpassungen (in der Regel Multiplikation mit Faktor 38).

Figure 4: [tqs\_png\_1]

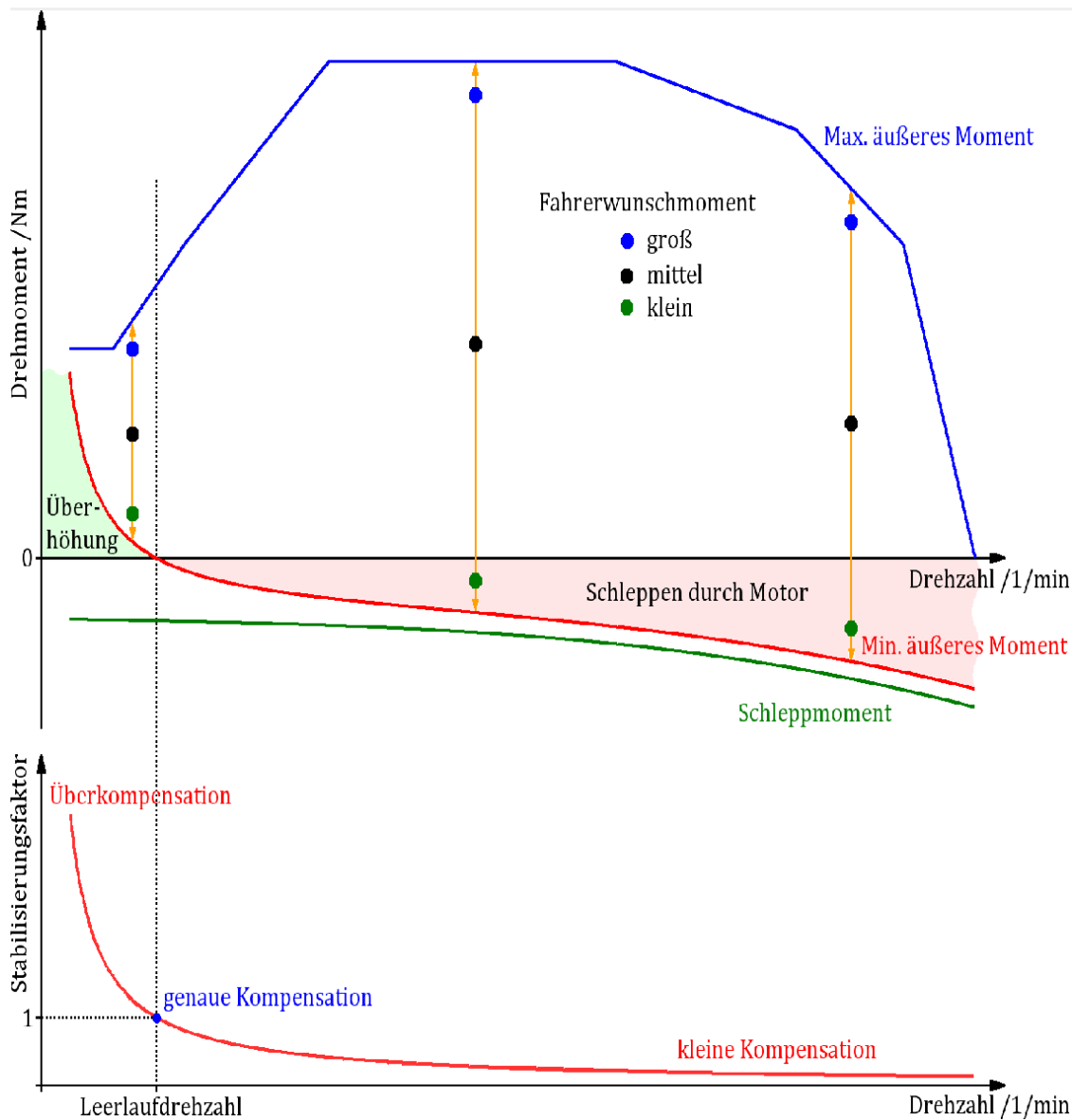
$$T_{Min} = \underbrace{\frac{U_{LL}}{U}}_{\text{Stabilisierungsfaktor}} \times T_{Schlepp} \quad \begin{array}{ll} T_{Schlepp} & \text{Schleppmoment} \\ T_{Max} & \text{Maximales äußeres Moment} \\ T_{Min} & \text{Minimales äußeres Moment} \\ T_{Korr,LL} & \text{Momentenkorrektur Leerlaufregler} \\ T_{Soll} & \text{Momentenanforderung} \end{array} \quad (5.12)$$

$$T_{Soll} = (T_{Min} + T_{Max}) \times f_{Egas} + T_{Min} + T_{Korr,LL}$$

$$\begin{array}{ll} f_{Egas} & \text{gefilterte Egas-Steller-Position} \\ U & \text{Drehzahl} \\ U_{LL} & \text{Leerlaufdrehzahl} \end{array}$$

Zusätzlich zu der beschriebenen Implementierung kommt noch ein Drehzahlregler. Es handelt sich dabei um einen PI-Regler, der die Regelabweichung zwischen Soll-drehzahl

Figure 5: Aufbau der Momentenstruktur [tqs\_png\_2]

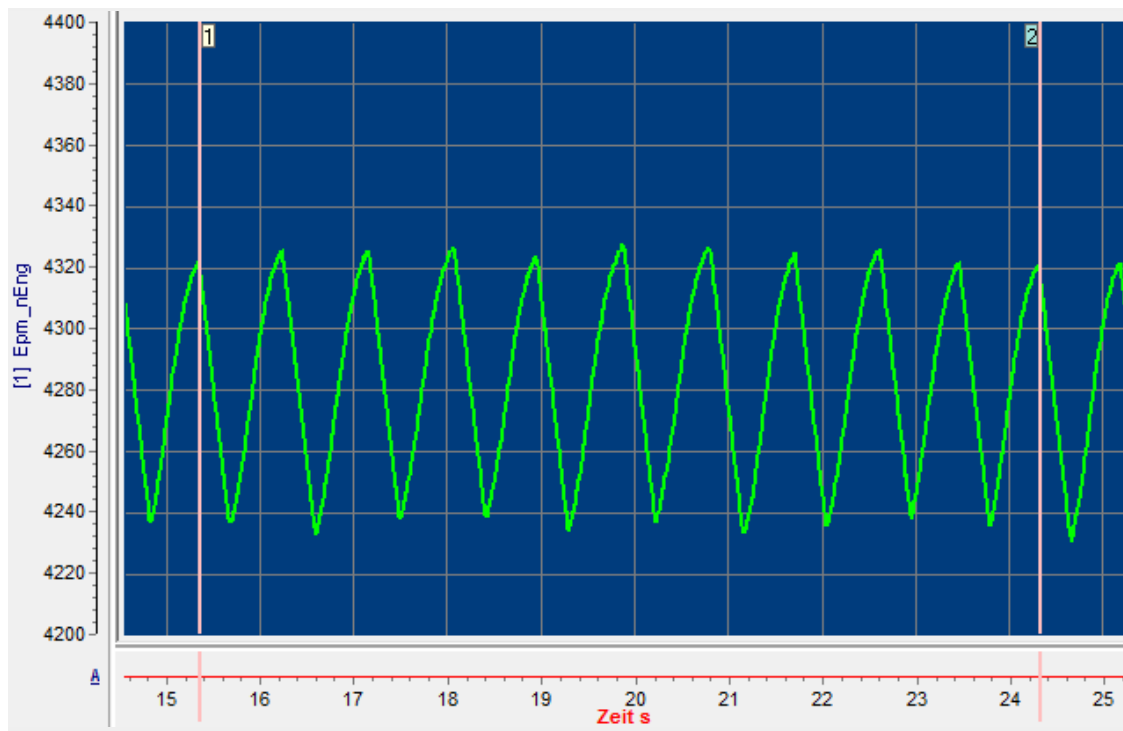


`Tqs_rpmEngSpdIdle` und Ist-Drehzahl als Eingangsgröße bekommt und das Moment `Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr` zur Korrektur ausgibt. Für die Implementierung wird der in Abschnitt 3.9 beschriebene PID-Regler verwendet, dessen D-Anteil, durch `TV = 0.0` ausgeschaltet wird. Durch das Flag `Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable` kann der Regler ein- und ausgeschaltet werden, wenn die Egas-Steller-Position unter 5% ist, also kein Fahrerwunsch besteht. Die Begrenzung der Stellgröße erfolgt asymmetrisch nach oben (`Tqs_tqIdleSpdCtrlMax = 80Nm`) und unten (`Tqs_tqIdleSpdCtrlMin = -10Nm`). Damit wird erreicht dass der Regler ausreichend Spielraum hat den Motor zu beschleunigen, ihn aber nicht zu schnell abbremsen kann, was ohne weitere Maßnahmen zu einem weichen Abfangen bei fallenden Drehzahlen führt.

Die Reglerauslegung erfolgt nach dem Verfahren der experimentellen Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols. Der I-Anteil des Reglers kann durch setzen der Nachstellzeit auf einen großen Wert (z. B. `Tqs_tiIdleSpdCtrl = 106`) quasi ausgeschaltet werden.

Zur Vereinfachung wird hierbei keine drehzahlabhängige Verstärkung verwendet, sondern der schlechteste Fall, der sich bei niedrigen Drehzahlen befindet. Die kritische Verstärkung liegt bei rund  $K_{Pkrit} = 0,065$ , woraus sich eine Reglerverstärkung  $Tqs\_facKIdleSpdCtrl = 0,4 \times K_{Pkrit} = 0,026$  ergibt. Die kritische Frequenz bzw. Periodendauer ergibt sich nach Abbildung 5.8 aus dem Mittelwert von 10 Schwingungen zu  $T_{Krit} = 8,96/10 \text{ sek} = 0,9 \text{ sek}$ . Damit ist  $T_n = 0,8 \times T_{Krit} = 0,72 \text{ sek}$ . Abbildung 5.9 zeigt die Sprungantwort des drehzahlgeregelten Systems. [16]

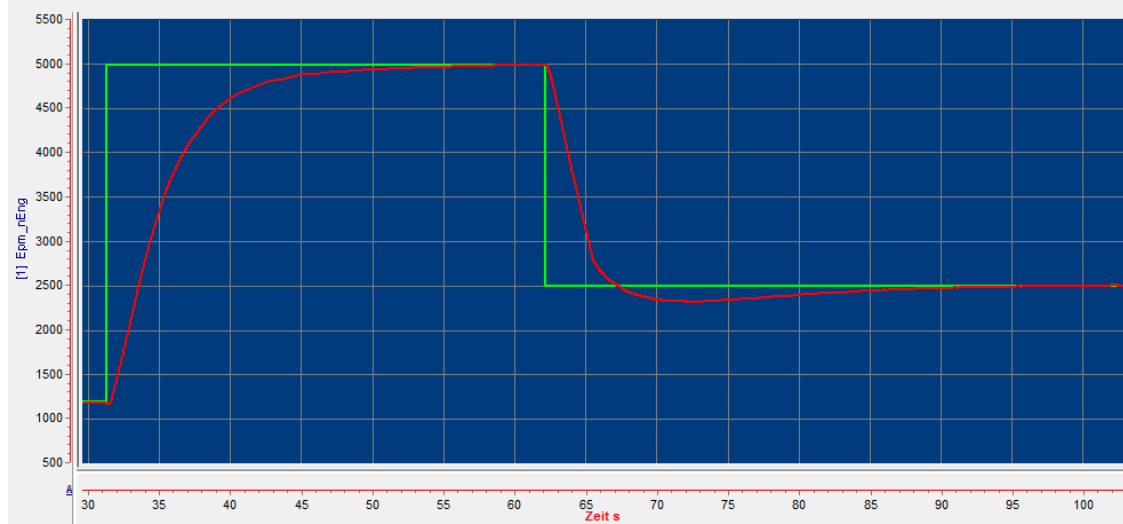
Figure 6: Kritische Frequenz der Drehzahlreglerauslegung [tqs\_png\_3]



Durch das Flag `Tqs_flgTorqueReqOverride` kann die Momentenanforderung manuell mit `Tqs_tqReqMan` überschrieben werden, bevor sie als Nachricht weitergereicht wird. Die Auswertung der Funktion `Tqs_calc` erfolgt im 20ms-Raster.

Die Idee, die Momentenstruktur in dieser Art umzusetzen, entstammt dem Skript „Engine Control Systems“ von Georg Mallebrein. [17]

Figure 7: Sprungantwort des Drehzahlreglers [tqs\_png\_4]



#### Hint:

Die Auslegung erfolgt in der Simulation gegen LABCAR. Eventuell muss eine Anpassung am Motor durchgeführt werden.

Bei der Auslegung des Saugrohrdruckreglers muss berücksichtigt werden, dass im Modul Drosselklappe (s. auch Abschnitt 5.5.1) eine Positionsregelung der Drosselklappe erfolgt. Es handelt sich um eine Regler-Kaskade, d. h., Änderungen am Regler für die Drosselklappenposition können Auswirkungen auf die Saugrohrdruckregelung haben.

Zunächst wird der Motor nur als Saugmotor betrieben, d. h., das Wastegate ist immer voll geöffnet. Weiterhin findet nie ein Vollastbetrieb statt. Es stellt sich kein oder nur ein geringer Ladedruck ein, wodurch der Wastegateregler nie in Betrieb war und die Reglerparameter nicht eingestellt sind.

## 2 [C-Code Source]

### 2.1 [Code Listing]

```

/* BEGIN: ASCET REGION "Generation Information" */
/*****
* BEGIN: Generation Information
* -----
* Component:.....Module
* Name:....."TorqueStructure"
* Implementation:....."Impl"
* Dataset:....."Data"
* Specification:.....Block Diagram
* Version:.....<empty String>
* Library Path:....."smartml60\Project_SmartM160\Function_Modules"
* -----
* Project Name:....."FlexECU_M160"
* Project Library Path:....."smartml60\Project_SmartM160\"
* -----
* Generation Date:.....03.12.2014
* Generation Time:.....13:41:34
* -----
* ASCET Version:.....V6.1.4 RB-DGS 2.3
* ASCET-MD Version:.....V6.1.4
* ASCET-RP Version:.....V6.1.4
* ASCET-SE Version:.....V6.1.4.28.19 CID[610]
* -----
* END: Generation Information
*****/
/* END: ASCET REGION "Generation Information" */

/* BEGIN: ASCET REGION "Project Options" */
/*****
* BEGIN: Project Options "Build"/"Code"
* -----
* Build
* -----
* Code Generator:.....Object Based Controller Implementation
* Compiler:.....Microsoft Visual C++ 2008
* Operating System:.....GENERIC_OSEK
* Target:.....ANSI-C
* -----
* Code
* -----
* Add Comment with Generation Information for each Component [true]: true
* Add Comment with Implementation Information for each Assignment Statement [true]: true
* Add Comment with Specification Source for each Statement [true]:..true
* Add parenthesis for readability [false]:.....false
* Casting [MISRA]:.....MISRA
* Force Parenthesis for Binary Logical Operators [false]:.....false
* Generate Define Directives for Enum Values [false]:.....false
* Prefix for Component Names [<empty String>]:.....<empty String>
* Protected against division by zero [true]:.....true
* Protected Division against Signed Overflow [true]:.....true
* Protected Vector Indices [true]:.....true
* -----
* Code.Compiler
* -----
* Division truncation direction [Zero (T-division)]:.....Zero (T-division)
* Inline directive [__inline]:.....__inline
* Integer Bit Size [32]:.....32
* Private directive [static]:.....static
* Public directive [<empty String>]:.....<empty String>
* -----
* Code.FixedPoint
* -----
* Allow Double bit Size for Division Numerators [true]:.....true
* Allow Limit Service for Assignment Limitation [true]:.....true
* Arithmetic Service Set [<None>]:.....<None>
* Generate Limiters (may be changed locally) [true]:.....true
* Generate Round Operation on float to integer Assignment [true]:..true
* Maximum bit Length (float) [64]:.....64
* Maximum bit Length (int) [32]:.....32
* Result on Division by Zero [numerator]:.....numerator
* Temp Vars always 32 bit (integer) [false]:.....false
* Use power of 2 approximations of literals [false]:.....false
* Use SHIFT Operation on Signed Values instead of DIV Operation [true]: true
* Use SHIFT Operation on Signed Values instead of MUL Operation [true]: true
* -----
* Code.Optimizations
* -----
* Auto-inline private methods (Smaller code-size - may be changed locally) [false]: false
* Generate well-formed switch [false]:.....false

```

```

* Hierarchical Code-Generation (may be changed locally) [false]:...false
* Initialise history variable with zero [false]:.....false
* Optimize Direct Access Methods (Multiple Levels) [false]:.....false
* Optimize Direct Access Methods (One Level) [false]:.....false
* Optimize Static Actions (Restricted Modelling) [false]:.....false
* Outline Generated Methods (may be changed locally) [false]:.....false
* -----
*   Code.Production
* -----
* Add Implementation Definitions [true]:.....true
* Generate Access Macros for [(variables, messages)]:.....(variables, messages)
* Generate Access Methods for dT (Alternative: use OS dT directly) [true]: true
* Generate Data Structures [USELOCAL]:.....USELOCAL
* Generate Map File [true]:.....true
* Generate OS Configuration [true]:.....true
* -----
*   Station.Build
* -----
* Use Customized Data Type Names [false]:.....false
* -----
* END: Project Options "Build"/"Code"
*****
/* END: ASCET REGION "Project Options" */
/* BEGIN: ASCET REGION "ASCET-SE AddOn Options" */
*****
* BEGIN: ASCET-SE AddOn Options
* -----
*   Code
* -----
* checkMemSectionVolatility [true]:.....false
* checkMultipleSend [false]:.....false
* distribVarMemClass ["DISTRAM"]:....."RAM"
* genAlwaysInitValues [false]:.....true
* genLogicElementsAs [PACKED_BITFIELD]:.....PACKED_BITFIELD
* genObjList [false]:.....false
* implInfoComments [true]:.....true
* initTaskMemClass ["ASD_INIT_TASK_MEM"]:....."ASD_INIT_TASK_MEM"
* isrMemClass ["ASD_ISR_MEM"]:....."ASD_ISR_MEM"
* mainMemClass ["ASD_EXT_CODE_MEM"]:....."ASD_EXT_CODE_MEM"
* optimizeUnusedCode [true]:.....true
* paramAsSysConst [false]:.....false
* pragmaMemClassAtDecl [false]:.....false
* pragmaMemClassEnabled [true]:.....false
* referenceMemClass ["REFRAM"]:....."RAM"
* shortNames [false]:.....false
* taskMemClass ["ASD_TASK_MEM"]:....."ASD_TASK_MEM"
* virtualParameterMemClass ["VIRT_PARAM"]:....."VIRT_PARAM"
* -----
*   Code.Appearance
* -----
* braceLineFeed [true]:.....true
* genDate [<undef>]:.....<undef>
* genTime [<undef>]:.....<undef>
* generateSignatureDecorationComments [true]:.....true
* lineFeedPosition [LEFT]:.....LEFT
* maxIndentLength [0]:.....40
* maxRightLength [60]:.....60
* minLeftLength [8]:.....8
* preventIndentStructInit [true]:.....true
* -----
*   OS
* -----
* Os-Config-C_gen_declaration_alarms [false]:.....false
* Os-Config-C_gen_declaration_appmodes [false]:.....false
* Os-Config-C_gen_dt_calc [false]:.....true
* Os-Config-C_gen_initCOM [false]:.....false
* Os-Config-C_gen_inittask [false]:.....true
* Os-Config-C_gen_main [false]:.....false
* Os-Config-C_gen_process_container [false]:.....true
* Os-Config-C_gen_startuphook [false]:.....false
* asd_exclusive_area ["ASD_EXCLUSIVE_AREA"]:....."ASCET_exclusive_area"
* messageDoInit [false]:.....false
* messageExternalMessageCopies [false]:.....false
* messageGenOSEKDeclarations [true]:.....false
* messageIgnoreUsageInInitTask [false]:.....false
* messageOverloadInitValues [<undef>]:.....<undef>
* messageUsageVariant [OPT_COPY]:.....NON_OPT_COPY
* modularMessageUse [false]:.....false
* osAppModePattern ["%name%"]:....."appmode_%name%"
* osStartupFunction [<undef>]:.....<undef>
* -----
*   OS.OIL
* -----
* OIL-COOP-RESOURCE-name ["ASD_Cooperative_Res"]:....."ASD_Cooperative_Res"
* OIL-outputFile ["temp.oil"]:....."temp.oil"

```

```

* -----
*      SERAP
* -----
* SERAPRefPageMemoryClass ["SERAP_REF"] : ..... "SERAP_REF"
* SERAPWorkPageMemoryClass ["SERAP_WORK"] : ..... "SERAP_WORK"
* serap [false] : ..... false
* serapEmbedded [true] : ..... true
* -----
*      Virtual Address Tables
* -----
* addressTable [true] : ..... false
* addressTableMemoryClass ["VATROM"] : ..... "VATROM"
* -----
* END: ASCET-SE AddOn Options
*****/

/* END: ASCET REGION "ASCET-SE AddOn Options" */
/* BEGIN: ASCET REGION "Module Data Definitions" */

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF SUBSTRUCT VARIABLE 'Tqs_RAM'
* -----
* memory class : ..... 'RAM'
* model name : ..... 'Tqs'
* data set : ..... 'TORQUESTRUCTURE_IMPL_Data'
* -----*/
struct TORQUESTRUCTURE_IMPL_RAM_SUBSTRUCT Tqs_RAM = {
/* substruct: Tqs_RAM.PID_Limit_AWU (modeled as: 'PID_Limit_AWU.Tqs') */
{
/* struct element: 'Tqs_RAM.PID_Limit_AWU.inOLD' (modeled as: 'inOLD.PID_Limit_AWU.Tqs') */
0.0,
/* struct element: 'Tqs_RAM.PID_Limit_AWU.memory1' (modeled as: 'memory1.PID_Limit_AWU.Tqs') */
0.0,
/* struct element: 'Tqs_RAM.PID_Limit_AWU.memory2' (modeled as: 'memory2.PID_Limit_AWU.Tqs') */
0.0
}
};
/* -----
* END: DEFINITION OF SUBSTRUCT VARIABLE 'Tqs_RAM'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF COMPONENT VARIABLE 'Tqs'
* -----
* memory class : ..... 'ROM'
* model name : ..... 'Tqs'
* data set : ..... 'TORQUESTRUCTURE_IMPL_Data'
* -----*/
const struct TORQUESTRUCTURE_IMPL Tqs = {
/* substruct: Tqs.PID_Limit_AWU (modeled as: 'PID_Limit_AWU.Tqs') */
{
/* type descriptor pointer 'PID_LIMIT_AWU_IMPL_RAM' for memory class substruct for 'RAM' */
&Tqs_RAM.PID_Limit_AWU
}
};
/* -----
* END: DEFINITION OF COMPONENT VARIABLE 'Tqs'
*****/

/* END: ASCET REGION "Module Data Definitions" */

/* BEGIN: ASCET REGION "Exported Data Definitions" */

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_atCool2tqDrag_CUR'
* -----*/
const struct CharTable1_uint16_12_uint16_TORQUESTRUCTURE_IMPL_TYPE Tqs_atCool2tqDrag_CUR = {
12,
{
28544, 29824, 31104, 32384, 33664, 34944, 36224, 37504, 38784, 40064, 41344, 42624, 43904, 45184, 46464,
50304
},
{
5376, 5376, 4032, 3352, 2988, 2818, 2667, 2240, 869, 0, 0, 0
}
};
/* result: min=0.0, max=255.99609375, fac_256, limit=no */
/* x axis: min=0.0, max=511.9921875, fac_128 */
/* -----
* END: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_atCool2tqDrag_CUR'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_facEgasFilt'

```

```

* -----*/
uint16 Tqs_facEgasFilt = 0;
/* min=0.0, max=1.0, fac_256, limit=yes */
* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_facEgasFilt'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_facIdleSpdCtrl'
* -----*/
const real64 Tqs_facIdleSpdCtrl = 0.2;
/* min=-oo, max=+oo, ident, limit=yes */
* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_facIdleSpdCtrl'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable'
* -----*/
const uint8 Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable = false;
/* min=0, max=1, Identity, limit=yes */
* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_flgTorqueReqOverride'
* -----*/
const uint8 Tqs_flgTorqueReqOverride = false;
/* min=0, max=1, Identity, limit=yes */
* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_flgTorqueReqOverride'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR'
* -----*/
const struct CharTable1_sint16_14_uint16_TORQUESTRUCTURE_IMPL_TYPE Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR = {
    14,
    {
        0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000,
        13000
    },
    {
        10240, 10240, 11520, 14848, 18176, 21504, 23552, 22272, 21248, 21504, 17920,
        16640, 12800, 8960
    }
};
/* result: min=0.0, max=255.99609375, fac_256, limit=no */
/* x axis: min=-16384.0, max=16383.5, fac_2 */
* -----
* END: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_rpmEngSpdIdle'
* -----*/
const sint16 Tqs_rpmEngSpdIdle = 2400;
/* min=0.0, max=16383.5, fac_2, limit=yes */
* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_rpmEngSpdIdle'
*****/

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP'
* -----*/
const struct CharTable2_sint16_19_uint16_9_uint16_TORQUESTRUCTURE_IMPL_TYPE Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MA
P = {
    19,
    9,
    {
        520, 800, 1080, 1520, 2000, 2480, 3040, 3520, 4000, 5040, 6000, 7040, 8000,
        9040, 10000, 11040, 12400, 13758, 15000
    },
    {
        0, 1, 51, 102, 154, 256, 358, 461, 512
    },
    {
        0, 0, 8, 21, 43, 70, 106, 153, 194,

```



```
0, 0, 8, 21, 43, 70, 106, 153, 194,  
0, 2, 15, 30, 55, 84, 123, 165, 207,  
0, 3, 23, 44, 73, 109, 147, 186, 227,  
0, 5, 24, 45, 75, 112, 152, 195, 239,  
0, 6, 24, 47, 75, 114, 156, 200, 243,  
0, 7, 25, 51, 74, 117, 159, 204, 248,  
0, 8, 26, 52, 75, 119, 163, 208, 254,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256,  
0, 8, 28, 53, 78, 122, 166, 213, 256  
}  
};  
/* result: min=0.0, max=1.0, fac_256, limit=no */  
/* x axis: min=-16384.0, max=16383.5, fac_2 */  
/* y axis: min=0.0, max=1.0, fac_512 */  
/  
-----  
* END: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP'  
*****/  
  
/*****  
* BEGIN: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP'  
* -----*/  
const struct CharTable2_sint16_12_uint16_28_uint16_TORQUESTRUCTURE_IMPL_TYPE Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP =  
{  
    12,  
    28,  
    {  
        500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 10000, 12000, 13000  
    },  
    {  
        0, 26, 51, 77, 102, 154, 205, 256, 307, 358, 410, 461, 512, 563, 614, 666, 717,  
        768, 819, 870, 922, 973, 1024, 1075, 1126, 1178, 1229, 1280  
    },  
    {  
        967, 932, 897, 861, 826, 755, 684, 614, 543, 472, 401, 330, 260, 189, 118, 47,  
        22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22,  
        1038, 1006, 972, 940, 906, 839, 771, 705, 638, 572, 505, 438, 371, 304, 238,  
        171, 105, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37, 37,  
        1182, 1154, 1124, 1094, 1064, 1006, 947, 888, 829, 770, 712, 653, 594, 535, 477,  
        417, 358, 299, 241, 182, 122, 63, 30, 30, 30, 30, 30, 30, 30,  
        1300, 1283, 1266, 1250, 1233, 1200, 1166, 1134, 1100, 1067, 1034, 1001, 967,  
        934, 901, 868, 834, 802, 768, 736, 702, 668, 635, 602, 569, 535, 502, 295,  
        1495, 1469, 1442, 1415, 1390, 1336, 1283, 1230, 1177, 1124, 1070, 1018, 964,  
        911, 858, 805, 753, 698, 646, 592, 538, 486, 432, 378, 326, 273, 220, 166,  
        1610, 1583, 1559, 1534, 1509, 1458, 1407, 1357, 1306, 1255, 1206, 1154, 1103,  
        1053, 1003, 951, 901, 851, 799, 749, 698, 647, 598, 547, 495, 445, 395, 343,  
        1759, 1744, 1728, 1714, 1698, 1669, 1640, 1609, 1580, 1550, 1520, 1490, 1459,  
        1430, 1399, 1370, 1341, 1311, 1280, 1250, 1221, 1191, 1161, 1131, 1102, 1072,  
        1041, 1012,  
        1922, 1914, 1908, 1901, 1895, 1882, 1869, 1854, 1842, 1828, 1815, 1802, 1789,  
        1775, 1762, 1749, 1735, 1724, 1710, 1698, 1684, 1670, 1658, 1644, 1631, 1617,  
        1604, 1591,  
        2041, 2036, 2032, 2027, 2022, 2013, 2003, 1994, 1984, 1975, 1966, 1956, 1947,  
        1937, 1928, 1919, 1909, 1899, 1890, 1882, 1871, 1862, 1852, 1843, 1834, 1825,  
        1815, 1806,  
        2296, 2301, 2305, 2311, 2315, 2324, 2334, 2343, 2354, 2362, 2371, 2381, 2390,  
        2401, 2409, 2420, 2429, 2438, 2448, 2457, 2466, 2475, 2485, 2495, 2505, 2514,  
        2523, 2533,  
        2625, 2635, 2644, 2654, 2662, 2682, 2703, 2722, 2741, 2761, 2780, 2798, 2819,  
        2838, 2858, 2877, 2896, 2915, 2936, 2955, 2974, 2994, 3013, 3031, 3051, 3071,  
        3091, 3167,  
        2769, 2783, 2796, 2810, 2824, 2850, 2878, 2905, 2934, 2959, 2988, 3014, 3041,  
        3069, 3094, 3123, 3150, 3178, 3204, 3233, 3258, 3287, 3314, 3342, 3368, 3396,  
        3423, 3523  
    }  
};  
/* result: min=0.0, max=255.99609375, fac_256, limit=no */  
/* x axis: min=-16384.0, max=16383.5, fac_2 */  
/* y axis: min=0.0, max=2.5, fac_512 */  
/  
-----  
* END: DEFINITION OF CHARACTERISTIC TABLE 'Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP'  
*****/  
  
/*****  
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs tiTnIdleSpdCtrl'
```

```

* -----*/
const real64 Tqs_tiTnIdleSpdCtrl = 0.1;
/* min=0.001, max=+oo, ident, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tiTnIdleSpdCtrl'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tiTvIdleSpdCtrl'
* -----*/
const real64 Tqs_tiTvIdleSpdCtrl = 0.012;
/* min=0.0, max=+oo, ident, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tiTvIdleSpdCtrl'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqDrag'
* -----*/
uint16 Tqs_tqDrag = 0;
/* min=0.0, max=255.99609375, fac_256, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqDrag'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr'
* -----*/
sint16 Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr = 0;
/* min=-256.0, max=255.9921875, fac_128, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlMax'
* -----*/
const real32 Tqs_tqIdleSpdCtrlMax = 80.0F;
/* min=-oo, max=+oo, ident, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlMax'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlMin'
* -----*/
const real32 Tqs_tqIdleSpdCtrlMin = 0.0F;
/* min=-oo, max=+oo, ident, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqIdleSpdCtrlMin'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqMax'
* -----*/
uint16 Tqs_tqMax = 0;
/* min=0.0, max=255.99609375, fac_256, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqMax'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqReqCalc'
* -----*/
sint16 Tqs_tqReqCalc = 0;
/* min=-256.0, max=255.9921875, fac_128, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqReqCalc'
*****

/*****
* BEGIN: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqReqMan'
* -----*/
const sint16 Tqs_tqReqMan = 0;
/* min=-256.0, max=255.9921875, fac_128, limit=yes */
/* -----
* END: DEFINITION OF VARIABLE 'Tqs_tqReqMan'

```

```

*****/

/* END: ASCET REGION "Exported Data Definitions" */

/*****
 * BEGIN: DEFINITION OF MESSAGES
 * -----
 * Total size is [bytes]:.....4
 * -----*/
/* messages of memory class:.....'RAM' */
/* messages of size [bytes]:.....2 */
/* modelled as 'Tqs_tqMin' */
sint16 Tqs_tqMin;
/* modelled as 'Tqs_tqReq' */
sint16 Tqs_tqReq;
/* -----
 * END: DEFINITION OF MESSAGES
 *****/

#define _PID_Limit_AWU Tqs.PID_Limit_AWU
#define _PID_Limit_AWU_REF_ (&(Tqs.PID_Limit_AWU))
#define _Tqs_atCool2tqDrag_CUR Tqs_atCool2tqDrag_CUR
#define _Tqs_atCool2tqDrag_CUR_REF_ (&(Tqs_atCool2tqDrag_CUR))
#define _Tqs_facEgasFilt Tqs_facEgasFilt
#define _Tqs_facKIdleSpdCtrl Tqs_facKIdleSpdCtrl
#define _Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable
#define _Tqs_flgTorqueReqOverride Tqs_flgTorqueReqOverride
#define _Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR
#define _Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR_REF_ (&(Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR))
#define _Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP
#define _Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP_REF_ (&(Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP))
#define _Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP
#define _Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP_REF_ (&(Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP))
#define _Tqs_rpmEngSpdIdle Tqs_rpmEngSpdIdle
#define _Tqs_tiTnIdleSpdCtrl Tqs_tiTnIdleSpdCtrl
#define _Tqs_tiTvIdleSpdCtrl Tqs_tiTvIdleSpdCtrl
#define _Tqs_tqDrag Tqs_tqDrag
#define _Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr
#define _Tqs_tqIdleSpdCtrlMax Tqs_tqIdleSpdCtrlMax
#define _Tqs_tqIdleSpdCtrlMin Tqs_tqIdleSpdCtrlMin
#define _Tqs_tqMax Tqs_tqMax
#define _Tqs_tqReqCalc Tqs_tqReqCalc
#define _Tqs_tqReqMan Tqs_tqReqMan

/* BEGIN: ASCET REGION "Component Functions" */
/*****
 * BEGIN: FUNCTIONS OF COMPONENT
 *****/

/* BEGIN: ASCET REGION "Process Definition 'Tqs_calc'" */
/*****
 * BEGIN: DEFINITION OF PROCESS 'TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc'
 * -----
 * model name:.....'Tqs_calc'
 * memory class:.....'CODE'
 * -----*/
// #if defined(COMPILE_UNUSED_CODE) || defined(COMPILE_UNUSED__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc)
/* messages used by this process */

/* public Tqs_calc [] */

void TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc (void)
{
    /* user defined local variables */
    uint8 _t1;
    uint32 _t2;
    /* temp. variables */
    real64 _t1real64;
    uint32 _t1uint32;
    sint16 _t1sint16;
    uint32 _t2uint32;
    sint32 _t1sint32;

    /* define local message copies */
    uint16 Amf_facRelAir__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    uint16 Ctc_atCool__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    uint16 Egc_facEgas__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    sint16 Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    uint16 Isc_facIdleSpdStab__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    sint16 Tqs_tqMin__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    sint16 Tqs_tqReq__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    /* receive messages implicitly */
    {
        DisableAllInterrupts();
        Amf_facRelAir__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Amf_facRelAir;
    }
}

```

```

Ctc_atCool__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Ctc_atCool;
Egc_facEgas__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Egc_facEgas;
Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Epm_rpmEngSpd;
Isc_facIdleSpdStab__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Isc_facIdleSpdStab;
Tqs_tqMin__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Tqs_tqMin;
Tqs_tqReq__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = Tqs_tqReq;
EnableAllInterrupts();
}
_t1 = Egc_facEgas__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc < 26U;
/* Tqs_calc: sequence call #1 */
if (_t1)
{
    /* If-block: sequence call #1/Then #1 */
    PID_LIMIT_AWU_IMPL_compute(_PID_Limit_AWU_REF_, ((real64)_Tqs_rpmEngSpdIdle -
(real64)Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc) * 0.5, _Tqs_facKIdleSpdCtrl, _Tqs_tiTvIdleSpdCtrl,
_Tqs_tiTnIdleSpdCtrl, 0.002, (real64)_Tqs_tqIdleSpdCtrlMax, (real64)_Tqs_tqIdleSpdCtrlMin);
}
else
{
    /* If-block: sequence call #1/Else #1 */
    PID_LIMIT_AWU_IMPL_reset(_PID_Limit_AWU_REF_, 0.0);
} /* end if */
/* Tqs_calc: sequence call #2 */
_t1real64 = PID_LIMIT_AWU_IMPL_out(_PID_Limit_AWU_REF_) * 128.0;
_t1real64 = ((_t1real64 < 0.0) ? _t1real64 - 0.5 : _t1real64 + 0.5);
/* assignment to Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr: min=-32768, max=32767, hex=128phys+0, limit=(maxBitLength: true,
assign: true), zero incl.=true */
_Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr
= ((_t1real64 >= -32768.0) ? ((_t1real64 <= 32767.0) ? (sint16)_t1real64 : 32767) : -32768);
/* Tqs_calc: sequence call #3 */
/* assignment to Tqs_facEgasFilt: min=0, max=256, hex=256phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign: true),
zero incl.=true */
_Tqs_facEgasFilt
=
CharTable2_getAt_s16ul6ul6(_Tqs_rpmEngSpdfacEgas2facEgasFilt_MAP_REF_, Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc, Eg
/* Tqs_calc: sequence call #4 */
/* assignment to Tqs_tqMax: min=0, max=65535, hex=256phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign: true), zero
incl.=true */
_Tqs_tqMax
= CharTable1_getAt_s16ul6ul6(_Tqs_rpmEngSpd2tqMax_CUR_REF_, Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc);
/* Tqs_calc: sequence call #5 */
_t1uint32
=
(uint32)CharTable2_getAt_s16ul6ul6(_Tqs_rpmEngSpdfacRelAir2tqDrag_MAP_REF_, Epm_rpmEngSpd__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_ca
+ CharTable1_getAt_ul6ul6(_Tqs_atCool2tqDrag_CUR_REF_, Ctc_atCool__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc);
/* assignment to Tqs_tqDrag: min=0, max=65535, hex=256phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign: true), zero
incl.=true */
_Tqs_tqDrag = (uint16)((_t1uint32 <= 65535U) ? _t1uint32 : 65535U));
/* assignment to temporary variable _t2: min=0, max=4294836225, hex=1048576phys+0, limit=(maxBitLength: true,
assign: true), zero incl.=true */
_t2
= (uint32)_Tqs_tqDrag * Isc_facIdleSpdStab__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
/* Tqs_calc: sequence call #7 */
_t1uint32 = ((_t2 <= 268427264U) ? _t2 >> 13 : 32767U);
/* assignment to Tqs_tqMin: min=-32768, max=32767, hex=128phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign: true),
zero incl.=true */
Tqs_tqMin__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc = (sint16)_t1uint32;
/* Tqs_calc: sequence call #8 */
_t1sint16
= ((_Tqs_flgIdleSpdCtrlEnable && _t1) ? _Tqs_tqIdleSpdCtrlCorr : 0);
_t1uint32 = (uint32)_Tqs_tqMax << 3;
_t2uint32 = _t2 >> 9;
_t1sint32
= (sint32)_Tqs_facEgasFilt * ((sint32)_t1uint32 - (sint32)_t2uint32);
_t1uint32 = _t2 >> 13;
_t1sint32
= _t1sint16 + (((_t1sint32 > -1073741824) ? _t1sint32 >> 12 : -262144)) + (sint32)_t1uint32;
/* assignment to Tqs_tqReqCalc: min=-32768, max=32767, hex=128phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign:
true), zero incl.=true */
_Tqs_tqReqCalc
= (sint16)((_t1sint32 >= -32768) ? ((_t1sint32 <= 32767) ? _t1sint32 : 32767) : -32768));
/* Tqs_calc: sequence call #9 */
/* assignment to Tqs_tqReq: min=-32768, max=32767, hex=128phys+0, limit=(maxBitLength: true, assign: true),
zero incl.=true */
Tqs_tqReq__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc
= ((_Tqs_flgTorqueReqOverride) ? _Tqs_tqReqMan : _Tqs_tqReqCalc);
/* send messages implicitly */
{
    DisableAllInterrupts();
    Tqs_tqMin = Tqs_tqMin__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    Tqs_tqReq = Tqs_tqReq__TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc;
    EnableAllInterrupts();
}
}
}
/* -----

```

```
* END: DEFINITION OF PROCESS 'TORQUESTRUCTURE_IMPL_Tqs_calc'
*****/
#endif
/* END: ASCET REGION "Process Definition 'Tqs_calc'" */

/* *****
* END: FUNCTIONS OF COMPONENT
*****/
/* END: ASCET REGION "Component Functions" */
```