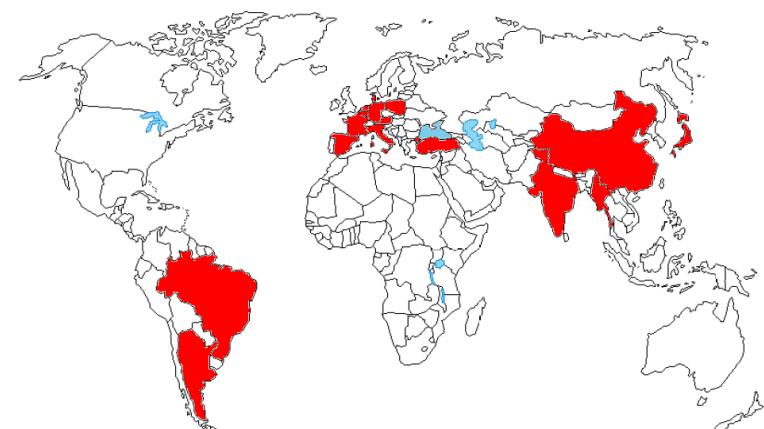




*Adamo*

**Sistema di automazione e acquisizione dati  
per banco prova**

- Azienda di System Integration con sede a Casalecchio di Reno (BO)
- Fondata nel 1999 e certificata Silver Alliance Partner di National Instruments
- Specializzata in applicazioni Automotive, in particolare banchi prova per motori e banchi a rulli per veicoli



# Sviluppo di *AdaMo*

- 2003 – Inizio progetto in VM MOTORI
- 2004 – Versione 1
- 2005 – Versione 2 – Spin off “HORUS”
- 2009 – AdaMo RT (versione 3) con cFP
- 2011 – cRIO (3 nodi) 
- 2012 – Versione 4
- 2015 – sbRIO 
- 2017 – Versione 4s (HD – ADS)
- 2019 – Versione Hyper 6 (RTA – web)

*AdaMo*  
*Hyper 6*

# Cosa serve fare in sala prova motori ?



# Cosa serve fare in sala prova motori ?

- gestire attivamente e misurare giri e coppia del motore
- gestire attivamente l'ambiente di test (fluidi, alimentazioni, ...)
- misurare da sensori (temperature, pressioni, portate, ...)
- comunicare con la ECU per diagnostica e misure proprie
- gestire attivamente gli allarmi sia della cella che del motore

# Cosa si può utilizzare ?

- computer industriale o desktop con software SCADA
- dispositivi passivi per input e output dei segnali (AI/O, DI/O, ...)
- interfacce di comunicazione con i bus (CAN, RS232/485, ...)
- PLC per gestire automatismi paralleli
- sistemi di controllo retro-azionati per gestioni ad anello chiuso

# Oppure un cRIO !



# Funzionalità del sistema

- gestione PID freno (giri, coppia, percentuale) retro-azionato in 3 ms con predittore
- gestione PID acceleratore (giri, coppia, percentuale) retro-azionato in 3 ms con predittore
- gestione PID temperature (acqua, olio, aria aspirata, ambiente)
- gestione PID pressioni (anche aspirazione e scarico)

# Funzionalità del sistema

- gestione comunicazione via doppio CAN bus (ECU, sensori, ...)
- gestione allarmi sia ambientali che dell'unità sotto test
- modularità per differenti applicazioni
- esecuzione profili dinamici per cicli omologativi a banco

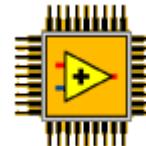
# Funzionalità del sistema

- interfacciamento a programmi di supervisione
- autonomia nella personalizzazione delle applicazioni (salvaguardia del know-how)
- configurazioni hardware / software scalabili
- budget valorizzato da steps incrementali

# Architettura

Il progetto è stato sviluppato su tre livelli

- FPGA
- Real Time
- Windows



# In dettaglio

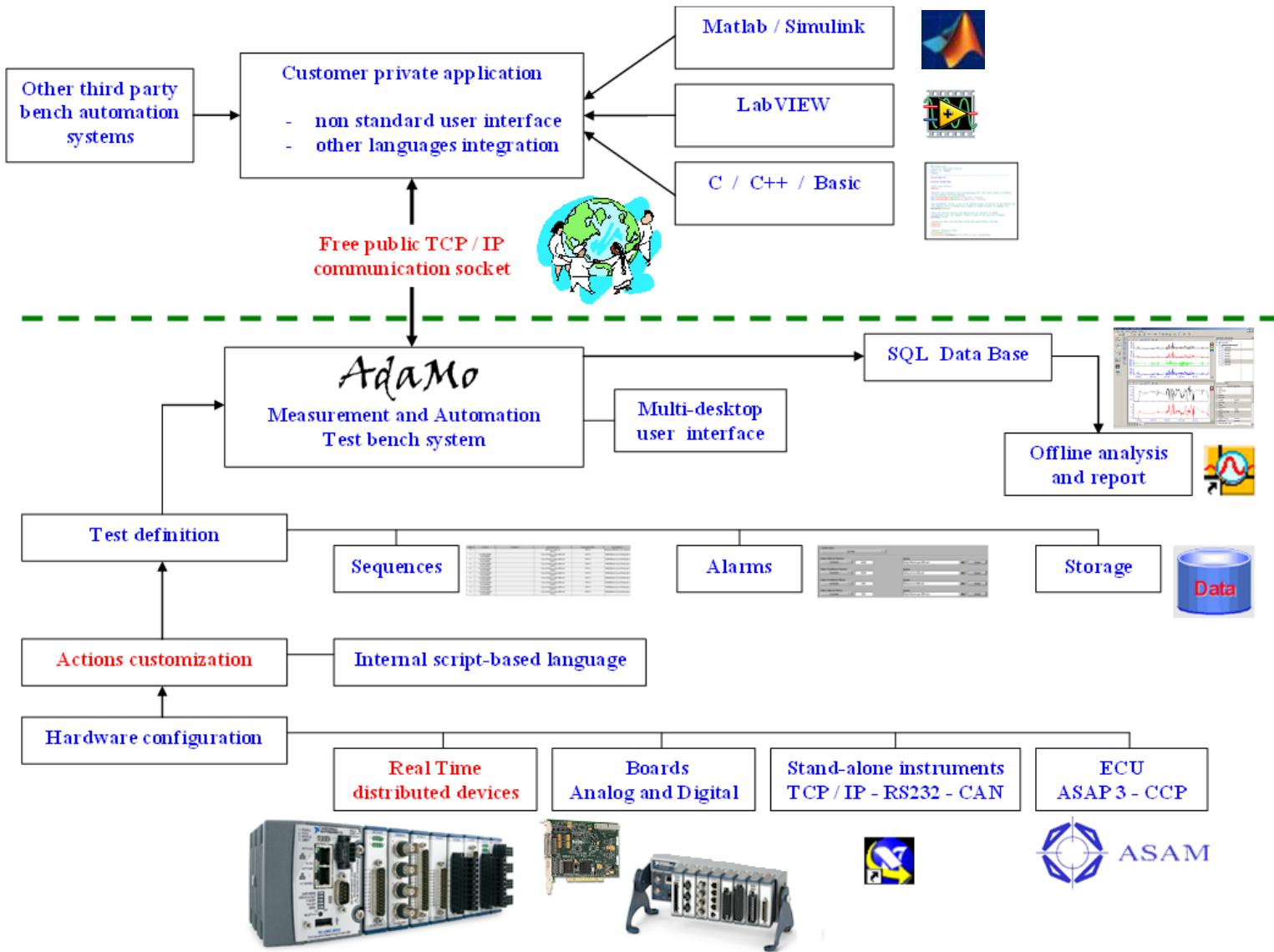
- telemetria dei tempi di loop paralleli a priorità differenziate
- gerarchia “down – up” per flussi input / output e per controlli
- input analogici gestiti individualmente
  - attivazione
  - temporizzazione
  - filtro (digitale, statistico)

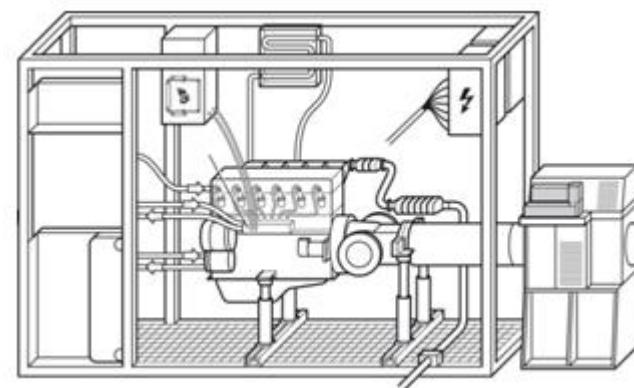
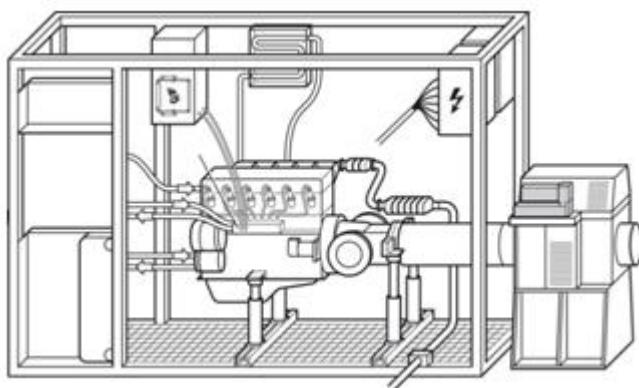
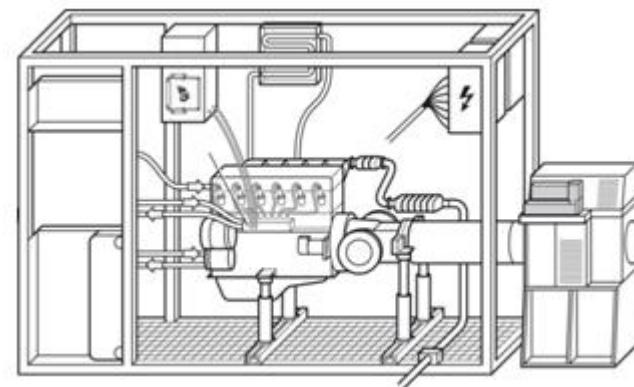
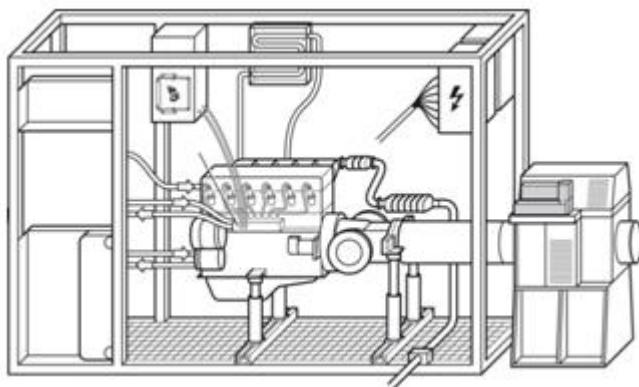
# In dettaglio

- input digitali
  - collegamento del sensore di pick-up dei giri in onda quadra
  - stati di allarme della sala prova
- output analogici e digitali
  - set a freno e acceleratore (alta dinamica)
  - controllo valvole per i fluidi (bassa dinamica)

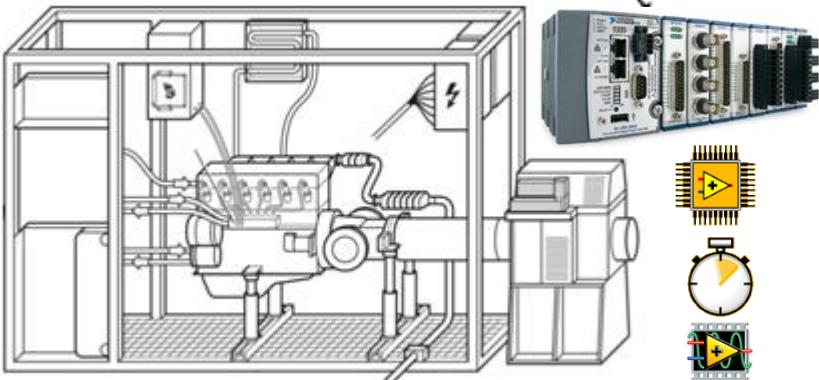
# In dettaglio

- input analogici speciali
  - alta definizione (24 bit) per cella di carico
  - alta definizione (24 bit) per termocoppie
  - alta definizione (24 bit) per termoresistenze



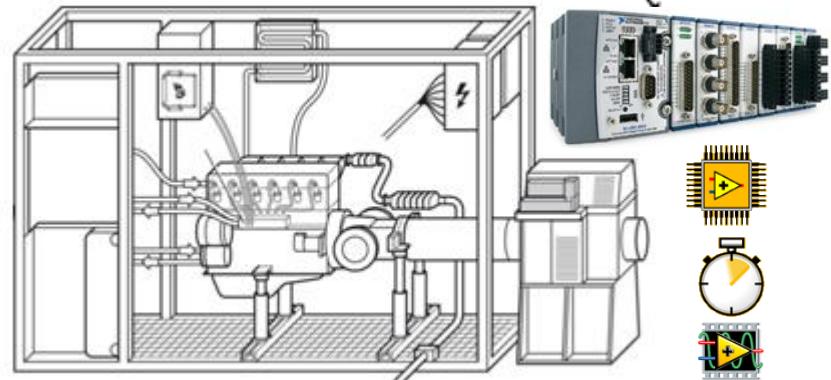


*AdaMo*



**CM2**

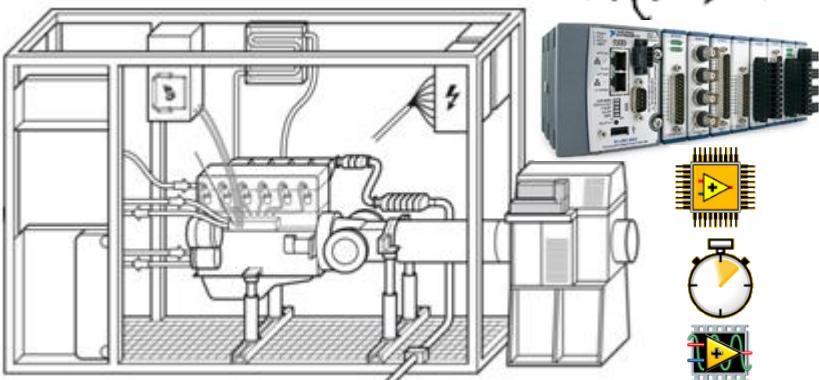
*AdaMo*



**CM3**

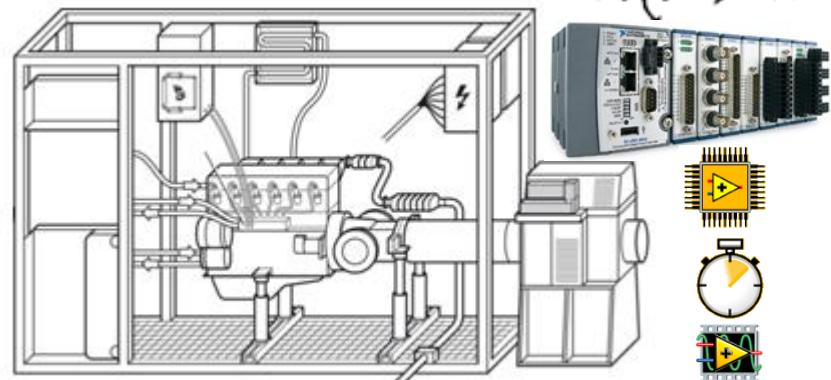
**CM4**

*AdaMo*

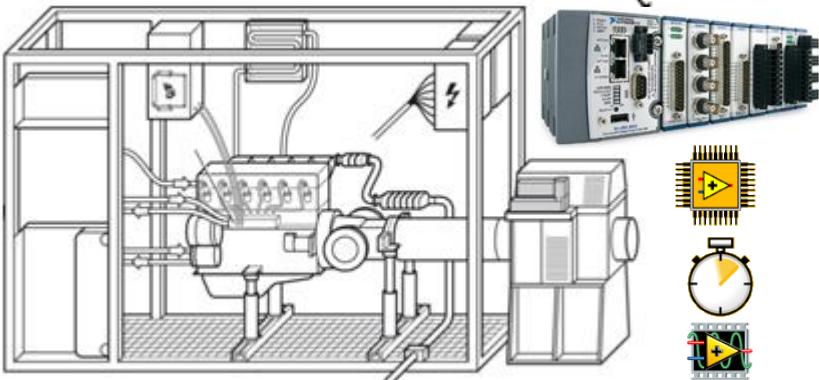


**CM5**

*AdaMo*

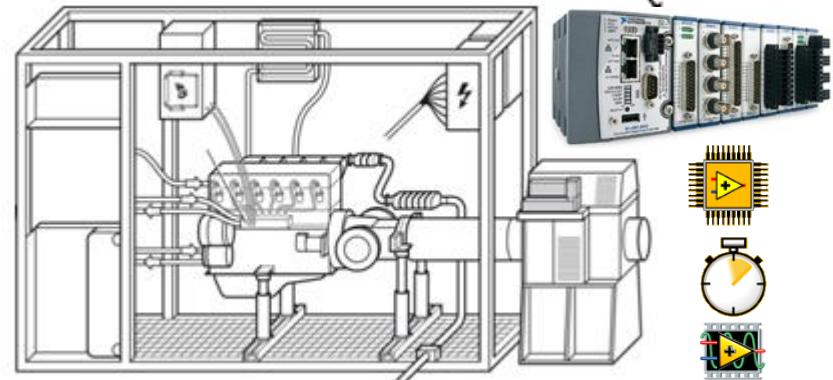


*AdaMo*



**CM2 - DOE**

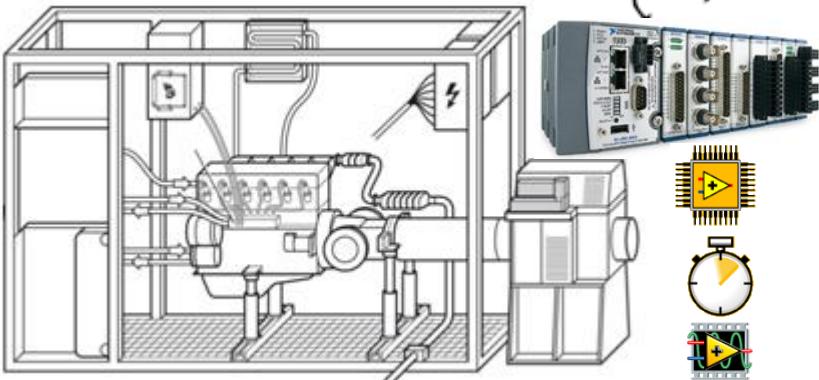
*AdaMo*



**CM3 - DOE**

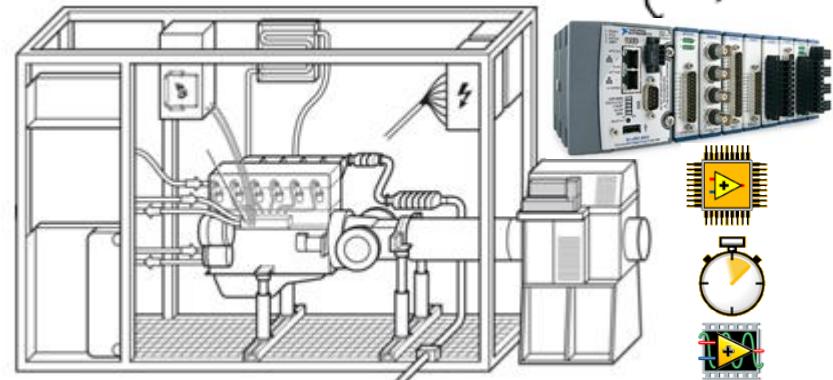
**CM4 - DOE**

*AdaMo*

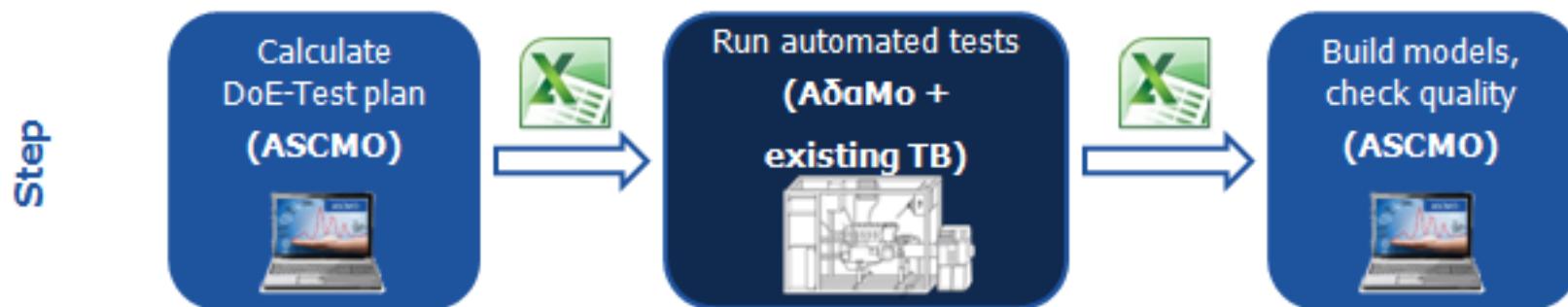


**CM5 - DOE**

*AdaMo*



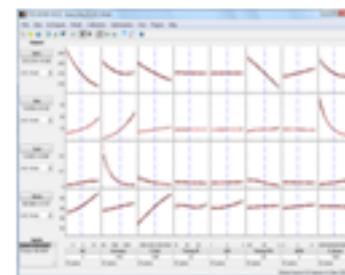
## Offline DoE w/ ASCMO – steps w/o iterations



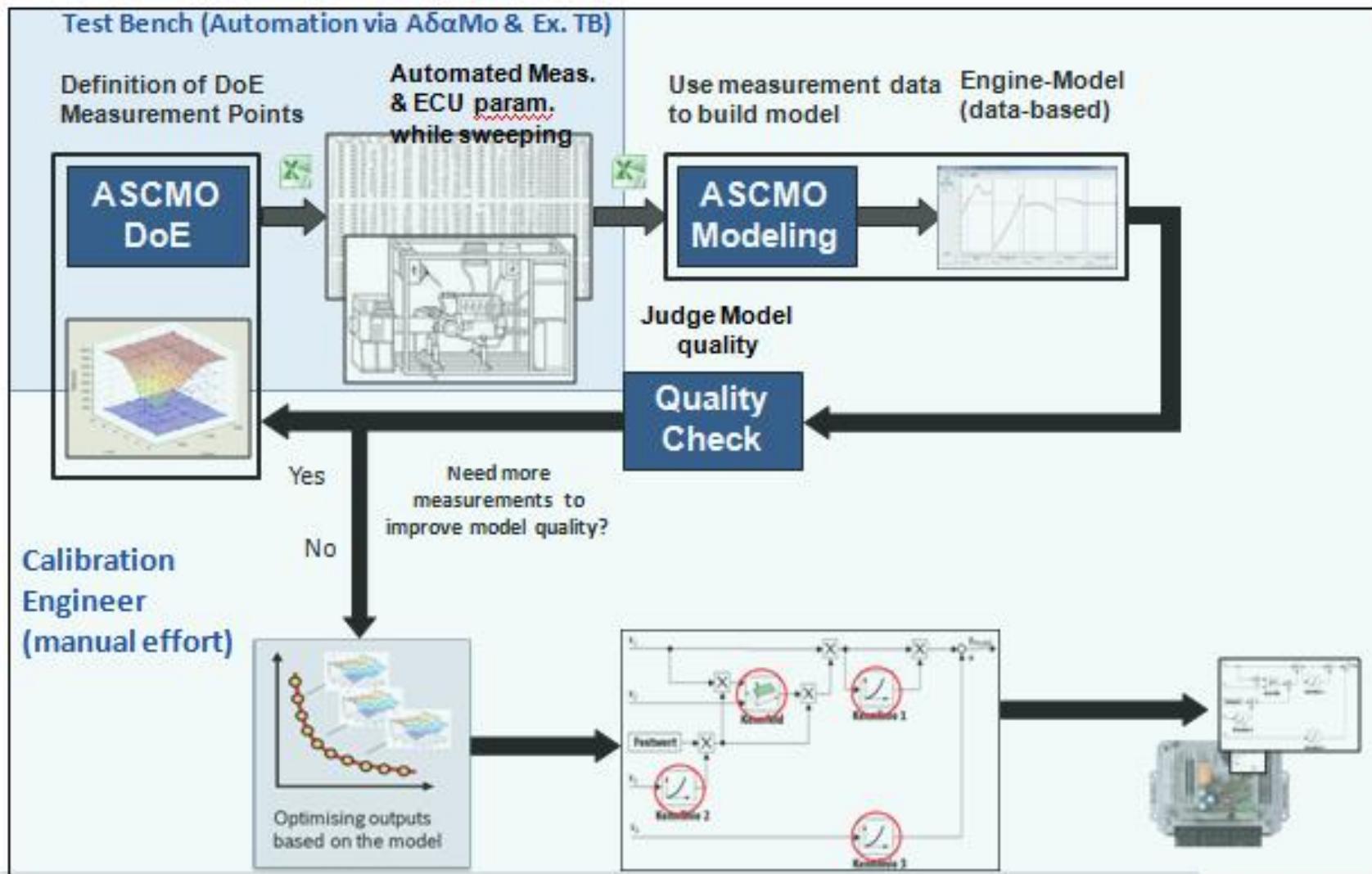
Format

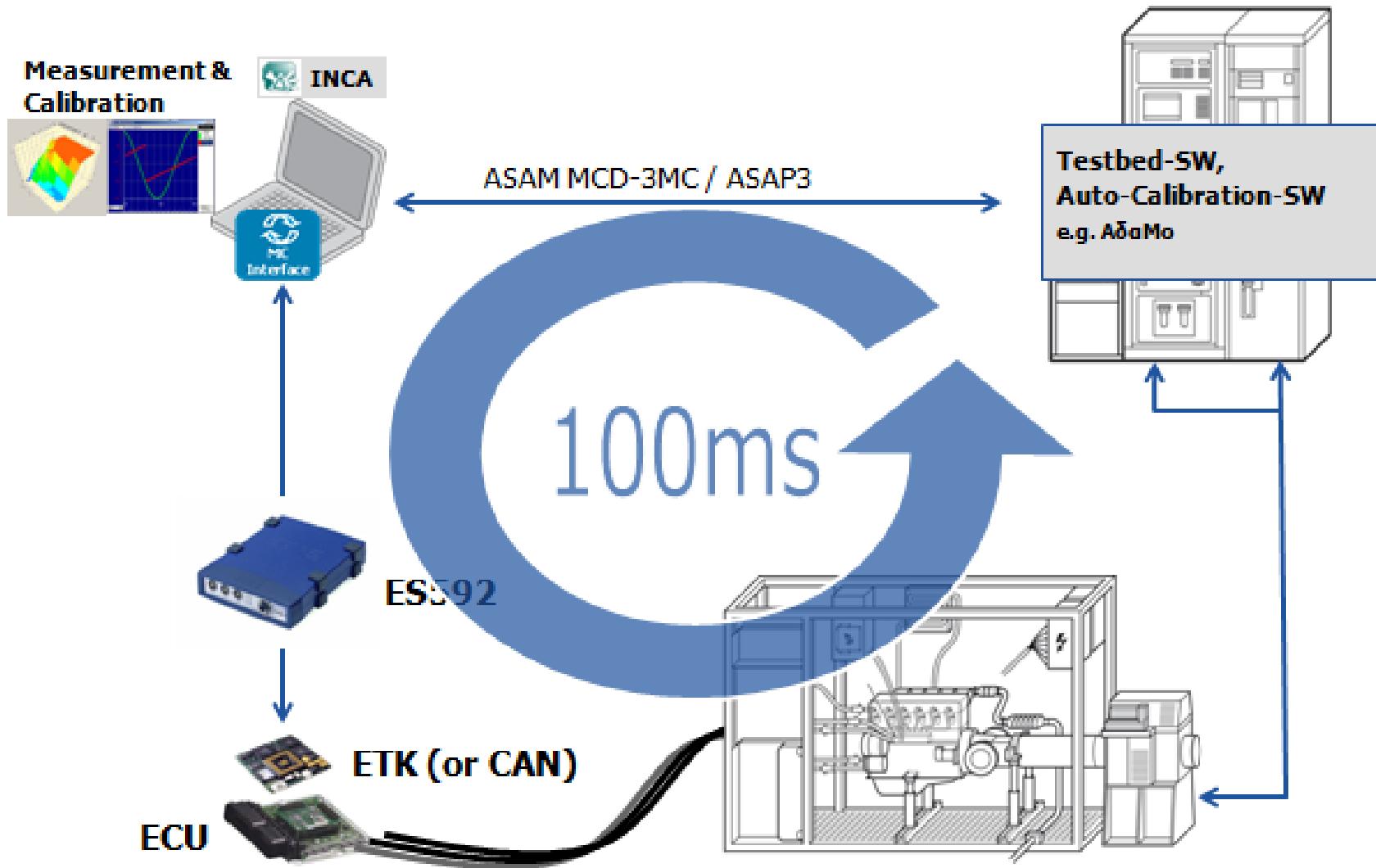
Par1	Par2	Par3
1000	2	0.7
1000	2.5	3.7
1250	3	-1
2000	2	1
2500	4	0.5
--	--	--

Par1	Par2	Par3	Res1	Res2
1000	2	0.7	15	0.5
1000	2.5	3.7	7	0.8
1250	3	-1	11	0.35
--	--	--	--	--



## Automating the DoE Test plan (ASCMO version) w/ AdaMo



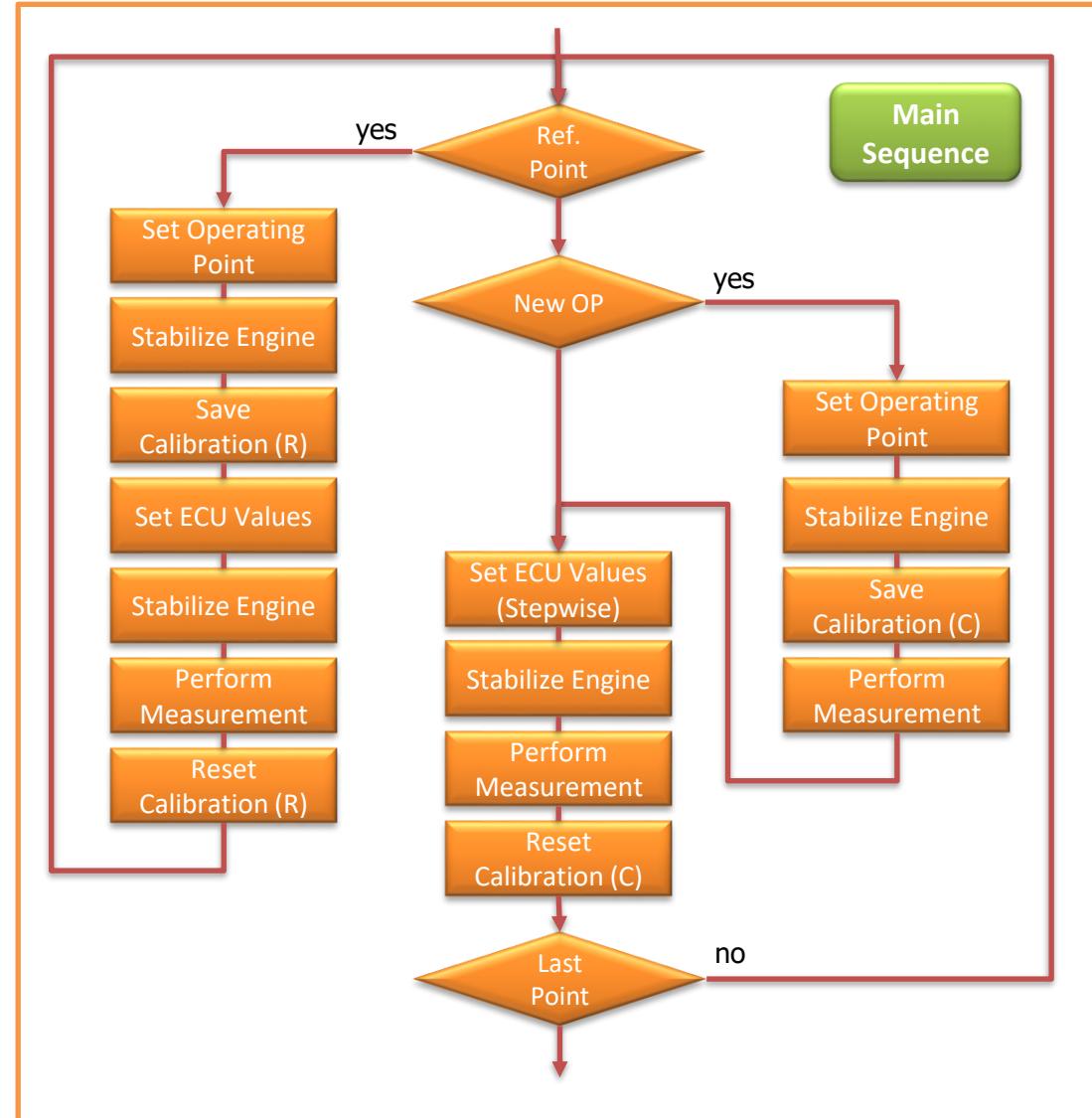
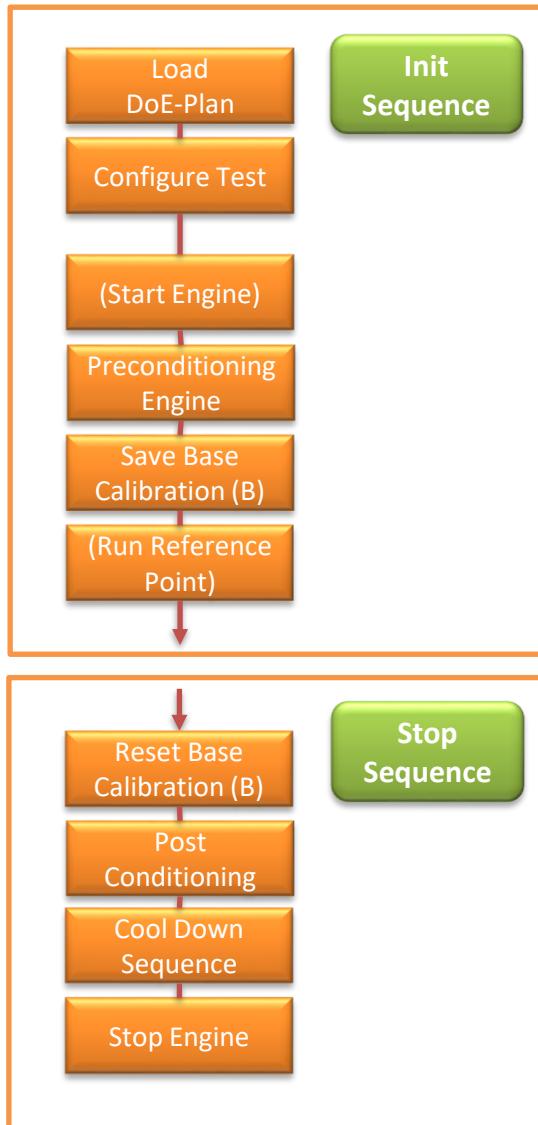


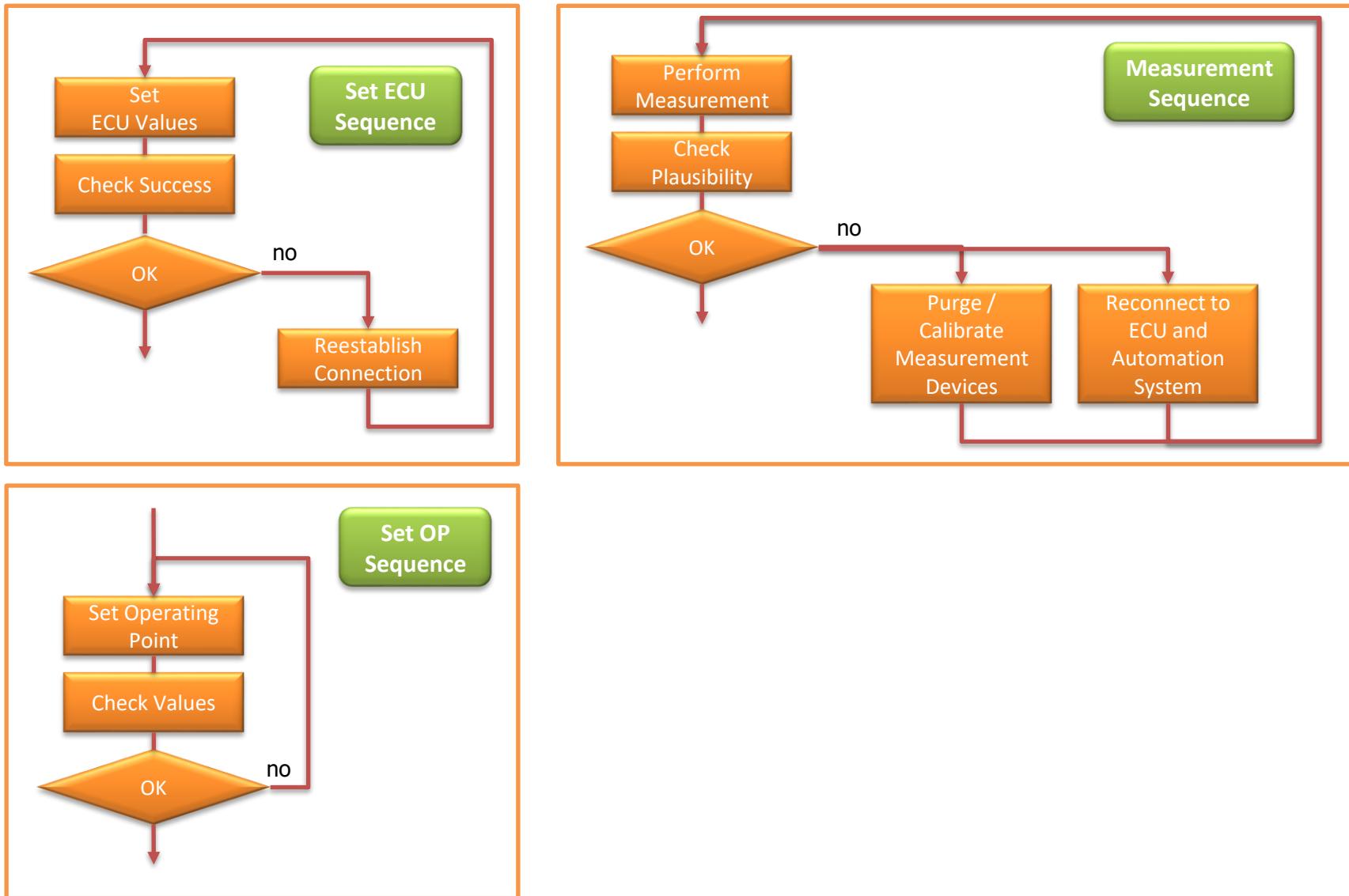
# ADS – AdaMo DOE Step

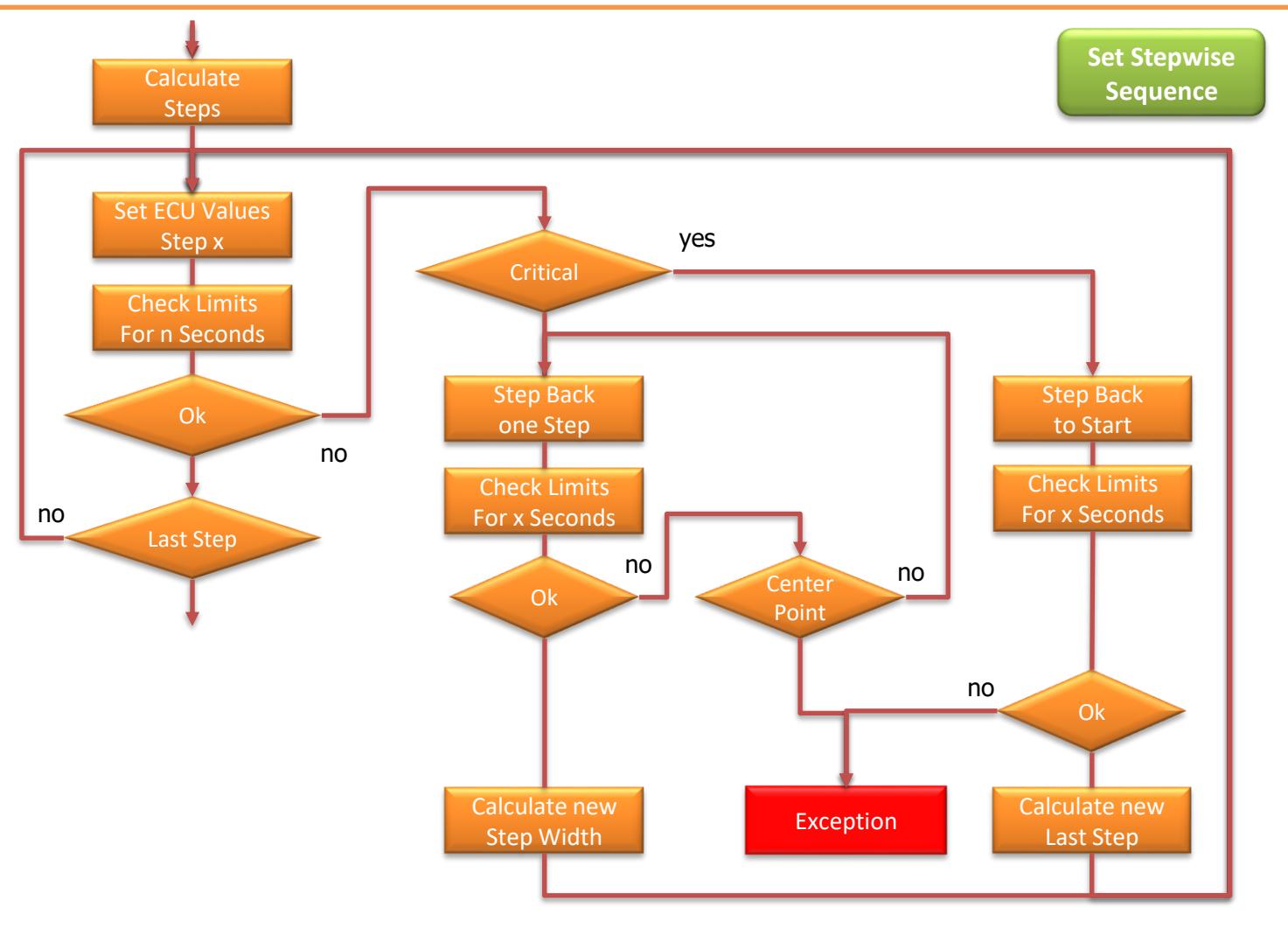
- elemento di misura e automazione
- integra i dettagli della sinergia “AdaMo – ECU”
- standard
  - offline DOE with ASCMO
  - ASAP3 via ethernet

# ADS – AdaMo DOE Step

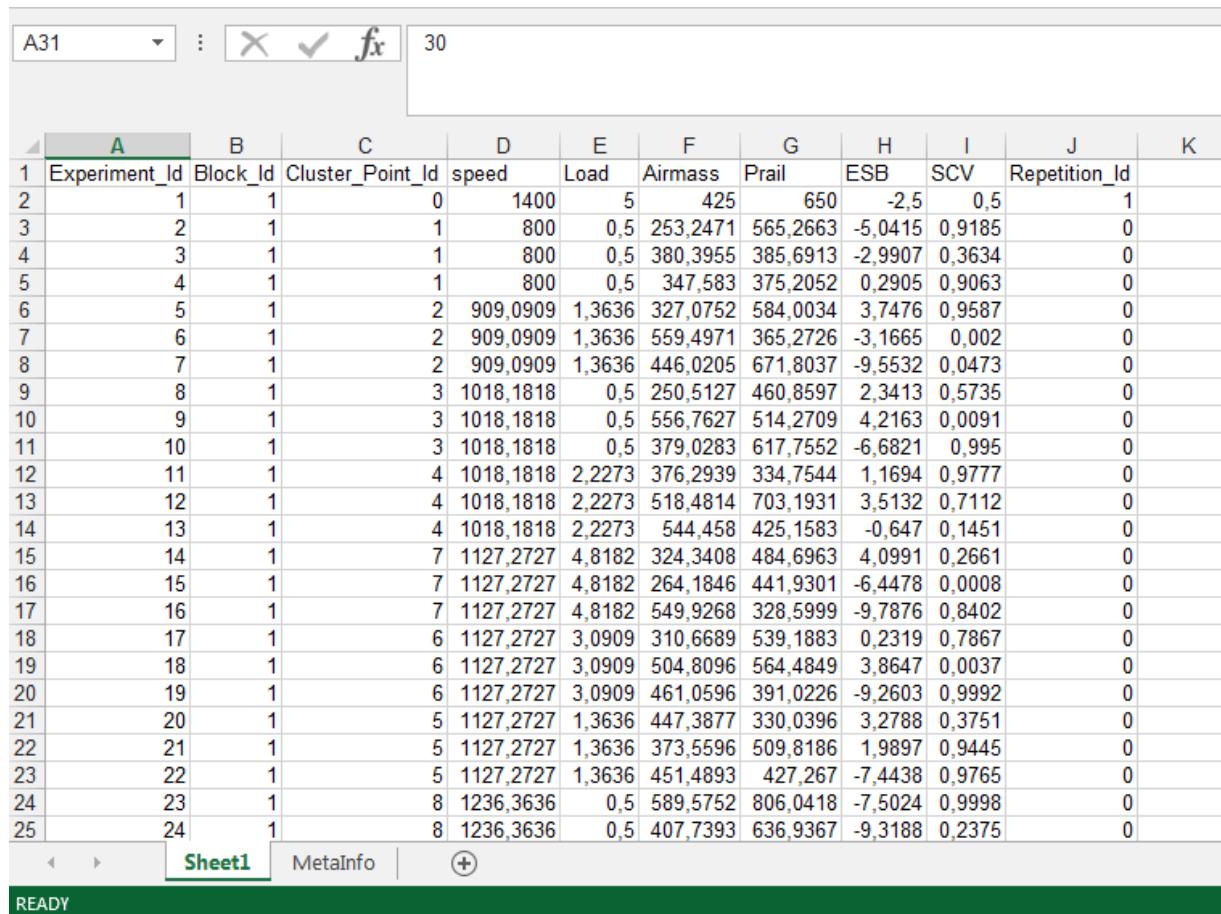
- elemento di misura e automazione
- integra i dettagli della sinergia “AdaMo – ECU”
- evoluzione
  - online DOE with ASCMO
  - COM interface
  - iLink RT







# ASCMO – Excel format OUT



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Experiment_Id	Block_Id	Cluster_Point_Id	speed	Load	Airmass	PraiI	ESB	SCV	Repetition_Id	
2	1	1	0	1400	5	425	650	-2,5	0,5	1	
3	2	1	1	800	0,5	253,2471	565,2663	-5,0415	0,9185	0	
4	3	1	1	800	0,5	380,3955	385,6913	-2,9907	0,3634	0	
5	4	1	1	800	0,5	347,583	375,2052	0,2905	0,9063	0	
6	5	1	2	909,0909	1,3636	327,0752	584,0034	3,7476	0,9587	0	
7	6	1	2	909,0909	1,3636	559,4971	365,2726	-3,1665	0,002	0	
8	7	1	2	909,0909	1,3636	446,0205	671,8037	-9,5532	0,0473	0	
9	8	1	3	1018,1818	0,5	250,5127	460,8597	2,3413	0,5735	0	
10	9	1	3	1018,1818	0,5	556,7627	514,2709	4,2163	0,0091	0	
11	10	1	3	1018,1818	0,5	379,0283	617,7552	-6,6821	0,995	0	
12	11	1	4	1018,1818	2,2273	376,2939	334,7544	1,1694	0,9777	0	
13	12	1	4	1018,1818	2,2273	518,4814	703,1931	3,5132	0,7112	0	
14	13	1	4	1018,1818	2,2273	544,458	425,1583	-0,647	0,1451	0	
15	14	1	7	1127,2727	4,8182	324,3408	484,6963	4,0991	0,2661	0	
16	15	1	7	1127,2727	4,8182	264,1846	441,9301	-6,4478	0,0008	0	
17	16	1	7	1127,2727	4,8182	549,9268	328,5999	-9,7876	0,8402	0	
18	17	1	6	1127,2727	3,0909	310,6689	539,1883	0,2319	0,7867	0	
19	18	1	6	1127,2727	3,0909	504,8096	564,4849	3,8647	0,0037	0	
20	19	1	6	1127,2727	3,0909	461,0596	391,0226	-9,2603	0,9992	0	
21	20	1	5	1127,2727	1,3636	447,3877	330,0396	3,2788	0,3751	0	
22	21	1	5	1127,2727	1,3636	373,5596	509,8186	1,9897	0,9445	0	
23	22	1	5	1127,2727	1,3636	451,4893	427,267	-7,4438	0,9765	0	
24	23	1	8	1236,3636	0,5	589,5752	806,0418	-7,5024	0,9998	0	
25	24	1	8	1236,3636	0,5	407,7393	636,9367	-9,3188	0,2375	0	

# ADS – AdaMo DOE Step

- esegue direttamente quanto scritto nel file Excel
  - esportazione in file di testo (versioni di Excel)
  - parametrizzazione mediante “AdaMo Constants”
- autoapprendimento dei limiti (grid)
- memoria dei comportamenti precedenti (uut)

# ADS – AdaMo DOE Step - Strategie

- reactions in case of boundaries violation and fault events
- soft and hard limitations
- plausibility check of measurement values
- bumpless switch of controls

# ADS – AdaMo DOE Step - Struttura

- Sequenze
- Azioni
  - standard
  - parallele
- Profili
  - WIN
  - RT



# ADS – AdaMo DOE Step - Struttura

- formule condizionali
- controlli PID con predittore
  - WIN
  - RT
- Look Up Tables

# ASCMO – Excel format IN

Example\_GDI\_Engine.xls [Kompatibilitätsmodus] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	speed	load	injection	ignition	fuel_pressure	EGR	ex_cam	in_cam	SCV	Fuel_mass	CoV	Soot	NOx_rel
2	799	0,75	35	-2	18,9	9,39	42,63	-22,54	0	0,582	4,495	0,171	25,4587629
3	800	0,89	24,9	-4,65	16,2	35,55	23,71	-26,06	1	0,634	30,58	0,071	8,22239748
4	799	1,05	11,3	0,7	18,3	49,71	1,16	-32,27	1	0,595	16,19	0,041	4,56302521
5	799	1,16	27	-2,25	11,2	49,96	28,79	-32,67	0	0,622	4,893	0,111	7,51607717
6	799	1,1	15,5	1	18,3	39,88	41,5	-9,95	1	0,614	7,168	0,061	7,81758958
7	799	1,04	20	-2,75	17,6	47,34	38,86	-40,87	0	0,606	5,323	0,041	10,3712871
8	799	1,07	37,5	1,5	10,6	43,03	26,51	-13,61	1	0,612	9,091	0,361	11,4509804
9	799	1,2	15	-3,75	13,7	23,28	14,1	-36,09	1	0,62	6,416	0,121	26,3612903
10	799	1,24	21,2	-0,95	10,9	9,46	41,16	-29,75	1	0,629	7,889	0,231	58,0922099
11	799	2	31,9	-4,15	12,5	34,45	38,4	-47,71	1	0,993	11,87	0,191	50,0855992
12	799	1,99	25,5	-3,75	16,8	5,63	33,3	-38,56	0	0,959	6,804	0,111	102,603754
13	799	2,32	11,1	-3,6	11,5	36,13	35,07	-25,14	1	1,028	11,77	0,471	4,43190661
14	799	2,42	13,3	-2,05	15,8	14,33	27,02	-5,91	1	0,982	1,031	0,371	32,2556008
15	801	2,69	37,1	-4,85	16,4	37,49	30,04	-18,41	0	1,311	0,571	13,9519451	
16	799	2,55	35,3	-3,05	12,8	14,82	40,14	-24,33	1	1,387	5,08	0,331	103,770728
17	799	2,87	34,1	-3,35	19,8	29,19	43,72	-5,29	1	1,339	3,333	0,781	10,6646751
18	799	2,92	39,7	1,55	19,2	8,91	15,48	-40,09	0	1,772	2,745	0,181	108,422122
19	800	2,94	25,9	0,35	13,7	18,98	-0,5	-6,38	0	1,356	11,62	1,071	40,8436578
20	799	2,97	27,7	-2,95	13,8	10,89	29,27	-45,92	0	1,353	3,893	0,081	115,804878
21	799	3,22	35,5	0,5	19,3	5,08	25,22	-15,41	0	1,757	3,12	0,131	65,243597
22	799	3,17	35,2	-0,7	17,5	6,6	0,16	-28,21	1	1,751	3,379	0,161	72,5859509
23	800	3,52	18,6	-5,1	13,4	20,77	11,6	-9,23	1	1,411	5,022	1,121	21,8908575
24	800	3,53	37,7	-2,45	18,9	8,43	42,84	-12,04	0	2,12	2,796	0,831	32,3037736
25	799	3,48	20,4	-1,65	14	28,65	41,9	-42,48	1	1,401	1,535	0,211	32,7623126
26	800	3,45	32,2	0,05	16,6	13,05	29,54	-30,3	0	1,738	2,61	0,231	60,8302647
27	799	3,68	15,9	-0,9	12,8	36,28	12,48	-40,36	0	1,427	2,444	0,571	3,78416258
28	798	3,76	26,5	-0,25	14,7	23,42	15,63	-28,42	0	2,125	1,251	9,08470588	
29	799	3,67	10,8	-4,8	15	26,38	10,17	-37,26	0	1,375	8,517	0,161	9,30763636
30	799	3,6	32,7	-1,2	11,3	28,63	4,76	-46,5	1	1,757	3,536	0,401	9,44166192
31	799	3,58	36,4	-1,15	16,7	5,7	38,08	-7,66	1	2,079	3,736	1,121	30,4146224
32	799	3,65	31,5	-2,25	13,8	17,63	31,94	-40,41	1	1,742	3,314	0,301	47,2801378
33	801	3,9	24,7	-5,95	18,1	21,15	16,77	-20,97	0	1,764	15,03	0,381	13,0544218
34	801	3,04	20,0	0,6	11,2	10,42	22,02	-22,4	0	0,111	11,70	0,554	66,4500210

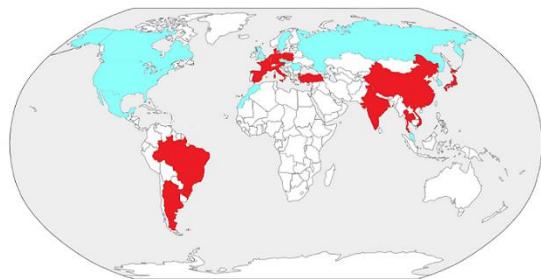
# Partners



*Luca Baroni*



*AdaMo*  
*Hyper 6*



Real Time  
FPGA  
DAQmx  
TSN

