

ALLEGATO 1.C.1.5.1-1
ALBERO DI GUASTO – TOP EVENT

TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE ALBERI DEI GUASTI

La probabilità di accadimento degli eventi incidentali dovuti a deviazioni dei parametri di processo ed individuati con l'analisi HAZOP, è stata stimata con la tecnica degli alberi dei guasti.

L'analisi HAZOP ha individuato l'evento:

- Sovrappressione Serbatoio GNL

La frequenza di occorrenza del Top Event è stato calcolato utilizzando il programma Astra (Infocon, 2004).

Nel seguito si riportano i tassi di guasto e i tempi di riparazione di tutti gli item riportati nell'albero di guasto.

Tabella 1: Ratei di Guasto e Tempi di Riparazione

Component Type	Failure Mode	Failure Rate [ev/hr]	Tempo di Riparazione [hr]	Source Ref.
Compressore	Critico	4.14E-04	9.3	Oreda 2009 Pag. 82
PCV	Critico	2.64E-06	3.4	Oreda 2009 Pag. 574
PT	Tutte	3.00E-05	2.3	Oreda 2009 467
PSV	Critico	1.36E-04	4	Oreda 2009 Pag. 616
SDV	Spuria	2.80E-07	6	Oreda 2009 Pag 526

L'albero di guasto e le stampe dell'analisi effettuata sono riportate nel seguito.

ASTRA - PMX

**Advanced Software Tool for Reliability
Analysis**

FTA Report

Summary Data

General data

Project folder:	C:\ASTRA\Workspaces\14-007-bis\NOF GNL\
Project name:	NOF GNL
Project version:	N/A
Tree name:	TOP-1
Tree description:	Sovrapressione Serbatoio GNL
Number of basic events:	13
Number of gates:	10
Number of good boundary conditions:	0
Number of failed boundary conditions:	0
Logical cut-off:	10
Probabilistic cut-off:	1.000000E-14
Mission time (hours):	8.760000E+03
Truncation error estimate:	Yes
Type of probabilistic analysis:	ENF - Expected number of failures
Report folder:	C:\ASTRA\Workspaces\14-007-bis\NOF GNL\
Report file name:	TOP-1.rtf

Probabilistic Analysis results

Number of minimal cut-sets:	42
Maximum order of minimal cut-sets:	4
Unavailability of TOP event:	4.571065E-12
Expected number of Failures of TOP event:	5.855149E-09
Truncation error:	1.078313E-14
Analysis date (DD/MM/YYYY):	03/07/2014
Analysis time (HH:MM:SS):	10:37:05

Tree Structure

Gate name	Op.	Sons			Description
TOP	INH	G100	G200		Sovrapressione Serbatoio GNL
G100	OR	SDV-21024	G110		Malf. SDV21024 - PIC-50001- K-511/21/31
G200	AND	G210	G220		Malfunzionamento protezioni
G110	INH	G120	G223		Malf. PIC-50001 - K511/21/31
G210	OR	PSV-21004	PSV-21002		PSV a Torcia
G220	OR	PSV-21005	PSV-21006	PSV-21007	PSV Serbatoio
G120	OR	G121	G122		Malf. PIC-50001 - K511/21/31
G121	OR	K-511	K-521	K-531	Blocco Compressori
G122	OR	PCV-50001	PT-50001		
G223	OR	PCV-20012	PT-20012		

Primary Events Input Data

Event Name	Failure rate	Repair Time	On-demand unavailability	Test interval	Description
K-511	4.140000E-04	9.299999E+00			Blocco Compressore
K-521	4.140000E-04	9.299999E+00			Blocco Compressore
K-531	4.140000E-04	9.299999E+00			Blocco compressore
PCV-20012	2.640000E-06	3.400001E+00			Pressure Control Valve
PCV-50001	2.640000E-06	3.400001E+00			Pressure Control Valve
PSV-21002	1.360000E-04	4.000000E+00			Mancata Apertura
PSV-21004	1.360000E-04	4.000000E+00			Mancata apertura
PSV-21005	1.360000E-04	4.000000E+00			Mancata Apertura
PSV-21006	1.360000E-04	4.000000E+00			Mancata Apertura
PSV-21007	1.360000E-04	4.000000E+00			Mancata Apertura
PT-20012	3.000000E-05	2.300000E+00			Pressure Trasmitter
PT-50001	3.000000E-05	2.300000E+00			Pressure Trasmitter
SDV-21024	2.800000E-07	5.999999E+00			Chiusura spuria SDV-21024

Cross Reference Map of Events

Event Name	Parent Gates	Description
K-511	G121	Blocco Compressore
K-521	G121	Blocco Compressore
K-531	G121	Blocco compressore
PCV-20012	G223	Pressure Control Valve
PCV-50001	G122	Pressure Control Valve
PSV-21002	G210	Mancata Apertura
PSV-21004	G210	Mancata apertura
PSV-21005	G220	Mancata Apertura
PSV-21006	G220	Mancata Apertura
PSV-21007	G220	Mancata Apertura
PT-20012	G223	Pressure Trasmitter
PT-50001	G122	Pressure Trasmitter
SDV-21024	G100	Chiusura spuria SDV-21024

Cross Reference Map of Gates

Gate Name	Parent Gates	Description
G100	TOP	Malf. SDV21024 - PIC-50001- K-511/21/31
G110	G100	Malf. PIC-50001 - K511/21/31
G120	G110	Malf. PIC-50001 - K511/21/31
G121	G120	Blocco Compressori
G122	G120	
G200	TOP	Malfunzionamento protezioni
G210	G200	PSV a Torcia
G220	G200	PSV Serbatoio
G223	G110	
TOP		Sovrapressione Serbatoio GNL

Events Unavailability

Event Name	Unavailability	Description
K-511	3.835432E-03	Blocco Compressore
K-521	3.835432E-03	Blocco Compressore
K-531	3.835432E-03	Blocco compressore
PSV-21004	5.437042E-04	Mancata apertura
PSV-21005	5.437042E-04	Mancata Apertura
PSV-21002	5.437042E-04	Mancata Apertura
PSV-21007	5.437042E-04	Mancata Apertura
PSV-21006	5.437042E-04	Mancata Apertura
PT-20012	6.899524E-05	Pressure Trasmitter
PT-50001	6.899524E-05	Pressure Trasmitter
PCV-20012	8.975921E-06	Pressure Control Valve
PCV-50001	8.975921E-06	Pressure Control Valve
SDV-21024	1.679997E-06	Chiusura spuria SDV-21024

Events Importance

Event Name	Importance	Description
SDV-21024	7.430200E-01	Chiusura spuria SDV-21024
PSV-21002	5.000000E-01	Mancata Apertura
PSV-21004	5.000000E-01	Mancata apertura
PSV-21005	3.333333E-01	Mancata Apertura
PSV-21006	3.333333E-01	Mancata Apertura
PSV-21007	3.333333E-01	Mancata Apertura
PT-20012	2.273964E-01	Pressure Trasmitter
K-521	8.566005E-02	Blocco Compressore
K-531	8.566005E-02	Blocco compressore
K-511	8.566005E-02	Blocco Compressore
PCV-20012	2.958308E-02	Pressure Control Valve
PCV-50001		Pressure Control Valve
PT-50001		Pressure Trasmitter

Summary Table of Minimal Cut Sets Sorted vs. Order

Order	Number of MCSs	Cumulative Unavailability	% of TOP Unavailability	Cumulative ENF	% of TOP ENF
3	6	2.979786E-12	65.19	4.350496E-09	74.30
4	36	1.591279E-12	34.81	1.504653E-09	25.70

List of Minimal Cut Sets Sorted vs. Order

#	Minimal Cut Set			
1	PSV-21002	PSV-21006	SDV-21024	
2	PSV-21002	PSV-21007	SDV-21024	
3	PSV-21002	PSV-21005	SDV-21024	
4	PSV-21004	PSV-21005	SDV-21024	
5	PSV-21004	PSV-21006	SDV-21024	
6	PSV-21004	PSV-21007	SDV-21024	
7	K-521	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21006
8	K-511	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21006
9	K-531	PSV-21002	PSV-21006	PT-20012
10	K-531	PSV-21004	PSV-21006	PT-20012
11	K-521	PSV-21004	PSV-21006	PT-20012
12	K-511	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21006
13	K-521	PSV-21002	PSV-21006	PT-20012
14	K-521	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21006
15	K-531	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21006
16	K-511	PSV-21002	PSV-21005	PT-20012
17	K-531	PSV-21002	PSV-21005	PT-20012
18	K-521	PSV-21002	PSV-21005	PT-20012
19	K-511	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21005
20	K-531	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21005
21	K-521	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21005
22	K-531	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21006
23	K-511	PSV-21004	PSV-21005	PT-20012

#	Minimal Cut Set			
24	K-531	PSV-21004	PSV-21005	PT-20012
25	K-521	PSV-21004	PSV-21005	PT-20012
26	K-511	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21005
27	K-531	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21005
28	K-521	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21005
29	K-511	PSV-21002	PSV-21006	PT-20012
30	K-511	PSV-21002	PSV-21007	PT-20012
31	K-531	PSV-21002	PSV-21007	PT-20012
32	K-521	PSV-21002	PSV-21007	PT-20012
33	K-511	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21007
34	K-531	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21007
35	K-521	PCV-20012	PSV-21002	PSV-21007
36	K-511	PSV-21004	PSV-21006	PT-20012
37	K-511	PSV-21004	PSV-21007	PT-20012
38	K-531	PSV-21004	PSV-21007	PT-20012
39	K-521	PSV-21004	PSV-21007	PT-20012
40	K-511	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21007
41	K-531	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21007
42	K-521	PCV-20012	PSV-21004	PSV-21007



