Същност и внедряване на ESD системи за аварийно изключване при управление на технологични процеси

В. Цолов, Н. Николов

Essence and Implementing ESD Systems for Emergency Shutdown in Control of Technological Processes

V. Tsolov N. Nikolov

Department of Automation, Faculty of Computing and Automation, Technical University of Varna, 1 Studentska St., 9010 Varna, Bulgaria, viktor.tsolov@tu-varna.bg, nn_nikolov@tu-varna.bg

Key Words: *Emergency Shutdown Systems (ESD); automation systems; automatic control systems; temperature; pressure; level; Safety Integrity Levels (SIL).*

Abstract. *Emergency Shutdown (ESD) systems are a fundamental part of the functional safety structure of modern industrial plants and are intended to protect personnel, equipment, the environment and production assets when hazardous deviations occur in technological processes. Their principal task is to detect conditions that may lead to loss of containment, fire, explosion, equipment damage or uncontrolled release of hazardous substances and to bring the process, or a defined part of it, to a predetermined safe state within the available process safety time. Unlike the basic process control system, which maintains production variables around their normal operating set points, the ESD system performs independent safety functions and remains capable of acting when the normal control layer is unavailable or has failed. For this reason, appropriate physical and functional separation from the BPCS/DCS, independent power supplies and communication paths, fail-safe design principles and controlled access to application software are essential requirements. A typical ESD architecture comprises field sensors and transmitters, a safety logic solver and final control elements. Pressure, temperature, flow, level, flame, smoke and gas concentration may be monitored depending on the hazards identified during the risk assessment. The logic solver evaluates the input signals, applies alarm limits, hysteresis, time confirmation and interlock conditions, and initiates a trip when the defined safety criteria are fulfilled. The final elements, including shutdown valves, solenoid valves, motor contactors, dampers and isolation devices, execute the required action and must move reliably to their safe position, including in the event of loss of electrical or pneumatic energy. Redundancy and voting arrangements such as 1oo1D, 1oo2, 2oo2 and 2oo3 are selected according to the required balance between safety availability, resistance to spurious trips and fault tolerance. In particular, 2oo3 voting enables continued operation after a single channel fault while preserving the capability to initiate shutdown when two independent channels confirm the hazardous condition. The implementation process begins with hazard identification and risk analysis, followed by the definition of Safety Instrumented Functions in the Safety Requirements Specification. Each SIF is assigned a target Safety Integrity Level in accordance with the required risk reduction and the applicable principles of IEC 61508 and IEC 61511. The selection of technical means therefore cannot be based only on measurement range, accuracy or purchase price. It must also consider systematic capability, failure rates, diagnostic coverage, hardware fault tolerance, environmental resistance, response time, proof-test interval, maintainability, common-cause failures, cybersecurity and the availability of documented operating experience. Verification of the achieved performance includes evaluation of the average probability of failure on demand, architectural constraints and the contribution of sensors, logic solver and final elements to the total probability of failure. Since final elements commonly represent a substantial share of the SIF failure probability, suitable actuator sizing, de-energize-to-trip philosophy and partial-stroke testing of shutdown valves are especially important. Reliable operation throughout the entire safety lifecycle requires continuous self-diagnostics, time-stamped event logging, alarm transmission to HMI/SCADA, management of bypasses and overrides, periodic proof testing, calibration, preventive maintenance and formal procedures for modification and restart after a trip. Diagnostic information supports early detection of degraded channels, but it does not replace proof testing of dangerous failures that remain hidden during normal operation. Human factors are also significant: alarms must be unambiguous, operator actions must be clearly defined, and reset of the shutdown function should be possible only after the initiating cause has been removed and the plant has been verified as safe. The article examines the essence and application of ESD systems and systematizes the principal criteria for selecting sensors, safety controllers, communication interfaces and final control elements. The presented approach emphasizes that effective emergency shutdown is achieved not by a single certified device, but by the coordinated design, validation, operation and maintenance of the complete safety instrumented function. Properly implemented ESD systems reduce the probability and consequences of major industrial accidents, improve protection of people and the environment, and contribute to the dependable and sustainable operation of technological installations.*

Въведение

Системите за аварийно изключване (Emergency Shutdown – ESD) са предназначени да осигурят безопасност на хората, оборудването и околната среда при възникване на опасни ситуации в технологичните процеси. Те представляват автоматизирани системи, които откриват отклонения от нормалните параметри и осъществяват бързо и надеждно преустановяване на процеса, за да се предотвратят аварии, експлозии или изтичане на опасни вещества.

ESD системите са част от общата система за функционална безопасност (Safety Instrumented System – SIS) и реализират най-високото ниво на защита, определено по стандарта IEC 61508/61511. Основните им функции включват откриване на аварийни условия чрез синзори, логическа обработка на сигналите чрез контролер, задействане на изпълнителни механизми и индикация на събитията.

ESD системите намират широко приложение в редица индустрии, където е необходима висока степен на сигурност. Те се внедряват за защита на инсталациите, обслужващия персонал и околната среда при критични технологични отклонения. Изисква се да притежават висока скорост на реакция, превишаваща тази на други аварийни механизми, като аварийния стоп или защити в програмируемите логически контролери (PLC), което гарантира бързо и ефективно преустановяване на процеса или на отделни негови части.

Изборът на технически средства е ключов за ефективността и надеждността на системата.

Основните елементи на тези системи са:

- **Сензори**, които следят определени рискови параметри като налягане, температура и ниво и трябва да притежават висока точност, устойчивост и взривозащитеност;
- **Логически контролери** (PLC/ESD контролери), които трябва да притежават висока надеждност, възможност за самодиагностика и сертификат за безопасност;
- **Изпълнителни механизми** – вентили, прекъсвачи и задвижвания, осигуряващи бързо прекъсване на процеса;
- **Системи за визуализация и сигнализация** (HMI, SCADA), които информират операторите и архивират събитията. При внедряването на ESD системи се извършва анализ на риска, определя се необходимото ниво на безопасност/ниво на интегритет (Safety Integrity Level – SIL) и се осигурява съвместимост с останалите системи за управление. Високата надеждност, дублирането на критични елементи и лесната поддръжка са задължителни изисквания при проектирането.

Същност

ESD системата е последната линия на защита в рамките на общата система за функционална безопасност (Safety Instrumented System – SIS). Тя се активира автоматично и ограничава последствията от опасни събития като експлозии, пожари, изтичане на токсични или горими вещества и други критични ситуации.

Основните функции на една ESD система са:

- наблюдение и откриване на аварийни състояния чрез сензори и детектори (за налягане, температура, ниво, разход и други);
- логическа обработка на сигналите чрез контролер, който определя необходимите действия и тяхната последователност;
- активиране на изпълнителни механизми (вентили, прекъсвачи, задвижвания, блокировки и други);
- сигнализация и архивиране на събитията за последващ анализ.

ESD системите се проектират в съответствие с международните стандарти IEC 61508 и IEC 61511, които определят нивата на безопасност (SIL) и изискванията за надеждност и отказоустойчивост.

В съвременните технологични предприятия ESD системите се интегрират с други системи за управление (DCS, PLC, SCADA), като осигуряват автоматично и безопасно спиране на процесите при настъпване на аварийни ситуации и гарантират сигурността на производствените инсталации.

Основните области, в които ESD намира приложение, са:

- **Нефтена и газова промишленост** – използват се за защита на добивни платформи, компресорни станции и рафинерии, като предотвратяват изтичане на горими газове, експлозии и пожари чрез автоматично затваряне на клапани и спиране на потоци при авария;
- **Химическа и фармацевтична индустрия** – при производство и съхранение на токсични или реактивни вещества системите осигуряват безопасно изключване на реактори, смесители и помпи при опасни отклонения от зададените параметри на системата;
- **Енергетика и топлоелектрически централи** – използват се за защитата на турбини, котли и паропроводи от прегряване, свръхналягане или загуба на охлаждане, като генерират контролирано спиране на инсталацията;
- **Металургия и машиностроене** – използват се за предотвратяване на повреди в пещи, пресови линии и автоматизирани производствени системи при механични или електрически неизправности.

Избор на технически средства

Ключов показател, оказващ влияние върху избора на техническите средства, е т. нар. *средна вероятност за отказите при поискване* (PFDavg). PFDavg е съкра-

щение от Probability of Failure on Demand average и се използва за изчисляване на нивото на интегритет на безопасността (SIL) на функцията на безопасност (Safety Instrumented Function – SIF). Той показва каква е средната вероятност системата за безопасност да не изпълни функцията си за безопасност, когато е необходимо. По-ниската стойност на PFDavg показва по-надеждна система и по-високо ниво на безопасност [12].

Подборът на техническите средства за реализиране на ESD системата трябва да гарантира достигане на целевото SIL ниво (IEC 61508/61511) [12,13] – *табл. 1*.

Коефициентът на PFDavg се определя по следната формула:

$$(1)\quad \mathrm{PFDavg} = \frac{\lambda_D \times T_I}{2},$$

където λ_D е честотата на опасни неоткрити повреди (повреди/час); T_I е интервалът на доказателствения тест (часове).

За по-сложни архитектури (1oo2, 2oo3 и т.н.) или когато са включени диагностичното покритие и времето за ремонт, формулата придобива следния вид:

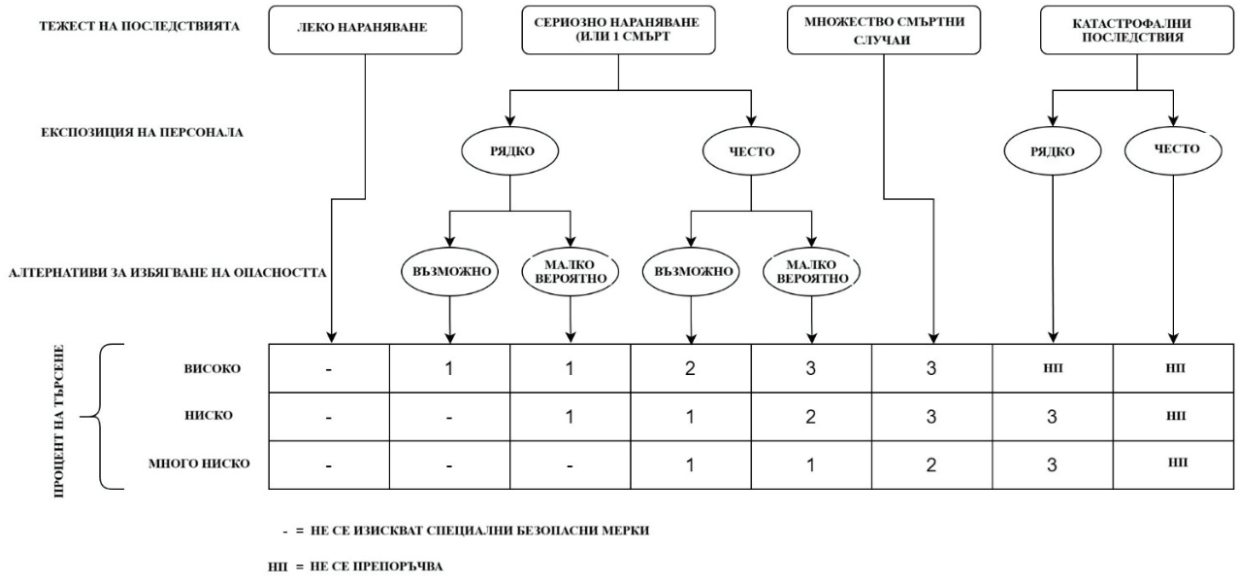
$$(2)\quad \mathrm{PFDavg} = \frac{\lambda_{DU} \times (T_I + \mathrm{MTTR})}{2} \times (1 - \mathrm{DC}),$$

където λ_{Du} е опасният процент на неоткрити повреди; MTTR е средното време за ремонт; DC е диагностичното покритие.

Табл. 1. SIL ниво (IEC 61508/61511)

SIL ниво	PFDavg диапазон	Фактор за намаляване на риска (Risk Reduction Factor, RRF)
SIL 1	10^{-2} до < 10^{-1}	10 до 100
SIL 2	10^{-3} до < 10^{-2}	100 до 1,000
SIL 3	10^{-4} до < 10^{-3}	1,000 до 10,000
SIL 4	10^{-5} до < 10^{-4}	10,000 до 100,000

Нивата на безопасност (нива на интегритет) SIL – *фиг. 1*, са основна част при избора на технически средства при проектирането на системите за автоматично регулиране на различни типове величини.



Фиг. 1. Нива на безопасност (нива на интегритет) SIL

Ниво 1 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на относително дребни инциденти, като това се постига чрез определен процент на грешка при управление [15].

Ниво 2 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на по-сериозни проблеми, някои от които могат да доведат до сериозни наранявания или смърт на работниците и/или служителите [15].

Ниво 3 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяването на сериозни проблеми, които от своя страна биха довели до сигурна смърт на работниците и/или служителите [15].

Ниво 4 – представлява ниво с базирани изисквания, чрез които системата да бъде изключена с цел предотвратяване на мащабни проблеми, които ще доведат до смърт на работници и/или служители [15].

Архитектура и принципи [17]

- Физическо и логическо разделяне от основната система за управление (BPCS – Basic Process Control System) и разпределената система за управление (DCS – Distributed Control System), независими захранвания и мрежи;
- Резервираност и гласуване – 1oo2 за висока наличност; 2oo3 за толеранс към единичен отказ; 1oo1D при по-нисък SIL и диагностика;
- Fail-safe философия – при загуба на захранване процесът преминава в безопасно състояние

(клапани fail-close/open, които отново се избират според оценения риск);
- Самодиагностика и доказателствени тестове (proof testing), включително функционален тест (PST – Partial Stroke Test) на ESD клапани.

Изисквания при избор на полева измервателна апаратура (сензори/детектори) [17]
- Сертификат за безопасност (SIL-capable), диагностични функции, ниска систематична грешка;
- Среда и зона за монтаж – ATEX/IECEx за опасни зони, устойчивост на температура, вибрации, корозия;
- Динамика – бързодействие, ниска зона на хистерезис;
- Надеждност – за възможно пресмятане на PFDavg.

Изисквания при избор на логически решаващ елемент (контролер)
- Сертификати по IEC 61508 (до нужния SIL), вградено диагностиране, архив на събития, часовник/синхронизация за разследвания;
- Резервираност на процесор – комуникационни модули и захранвания;
- Комуникации, изолирани от BPCS; поддръжка на безопасни протоколи (например PROFISAFE) за отдалечени I/O;
- Киберсигурност в съответствие с IEC 62443 и поддръжка на журнали и сегментация.

Изисквания при избор на изпълнителни устройства, която е една от най-важните стъпки, тъй като клапаните и изключвателите определят реалната способност за спиране [17,18]
- Клапани – шъбирни или с пружинно връщане;
- Актюатори – пневматични, електрически или хидравлични;
- Соленоиди и позиционери със сертификат (двойни соленоиди при използване на логика 1oo2);
- PST функционалност с частично затваряне за повишаване на покритието на диагностика между пълните тестове;
- Сензори за положение (limit switches) за потвърждаване на реално движение/затваряне;
- Електрически прекъсвачи за двигатели/помпи;
- Безопасни контактори с бързи прекъсвачи, поддържащи UVT (Under-Voltage Trip).

Изисквания при избор на електрозахранвания и спомагателни системи [19]
- Двуканални захранвания със селективни предпазители; UPS/DC буфери за контролера и I/O;
- За пневматичната част – въздух с филтрация и осушаване (пневматични групи);
- Кабелни трасета с физическо разделяне – екраниране EMC.

Изисквания при избор на човеко-машинен интерфейс и аларми [17,18,19]
- Механични бутони за EMERGENCY STOP (тип гъба, със самозадържане, механично отключване), свързани директно към ESD логиката;
- HMI/SCADA – само за мониторинг, без да заобикаля ESD логиката;
- алармен мениджмънт (ISA-18.2/IEC 62682) с приоритети, филтриране и отчетност.

Изисквания към документация, валидиране и поддръжка – SRS (Safety Requirements Specification)
- Процесно описание, SIF-и, граници, реакции, времена;
- Изчисления – PFDavg, покритие на диагностика, интервали за тестове (proof test intervals);
- FAT/SAT, Loop Check, Cause & Effect матрици, протоколи за функционални тестове;
- Експлоатация – план за поддръжка, калибрации, периодични тестове, управление на промени (MOC).

Практически критерии за избор (чеклист)
- Целево SIL по SIF;
- Изискван Spurious Trip Rate и допустимо време за спиране;
- Спецификация ATEX/IECEx и IP – корозионна устойчивост (влаго- и прахоустойчивост);
- Резервираност/гласуване на входове, логика и изходи;
- Диагностика (включително PST), налични MTBF/λ данни и поддръжка на изчисленията;
- Киберсигурност и сегментация от BPCS;
- Наличност на резервни части, локален сервиз и TCO (обща цена на притежание);
- Cause & Effect таблица и процедури за тест/обучение.

Роля на PST при избор на технически средства

При избор на ESD система важна стъпка е изборът на тест на частичен ход – PST (Partial Stroke Test). PST е функционален тест, при който клапаните се задействат частично (обикновено на 10-20% от пълния си ход), без напълно да се затварят или отварят, с цел да се провери работоспособността на клапана и изпълнителния механизъм, без да се прекъсват процесът или потокът на флуида.

Основни цели на PST
- Проверка на пневматиката и сигнализацията на изпълнителния механизъм;
- Намаляване на вероятността за отказ при реална аварийна ситуация;

- Удължаване на интервалите между пълните функционални тестове, които изискват спиране на инсталацията.

Методи за извършване на PST
- Стъпка 1 – клапанът е в нормално работно положение (например напълно отворен);
- Стъпка 2 – тестът се инициира чрез контролна система SIS или локално устройство;
- Стъпка 3 – изпълнителният механизъм премества клапана частично (например 15%);
- Стъпка 4 – клапанът се връща в изходно положение;
- Стъпка 5 – системата записва резултата (времето за реакция, скорост, позиция и други).

Видове PST
- Механичен PST – използва механични ограничители, които спират движението на клапана;
- Електронен PST – управлява се от електронен контролер (например smart positioner), който точно ограничава хода.

Ползи от PST
- Подобрява надеждността на системата за безопасност;
- Намалява риска от отказ по време на авария;
- позволява online тестване, без да спира производствения процес;
- Осигурява диагностични данни за прогнозна поддръжка.

DOWNTIME в системите за аварийно изключване (Emergency Shutdown Systems – ESD)

DOWNTIME в контекста на Emergency Shutdown System (ESD) е времето, през което дадена система или инсталация е недостъпна, неработеща или извън експлоатация след активиране на аварийно изключване. DOWNTIME може да се приеме за периода от момента на задействане на системата (аварийно изключване) до момента, в който оборудването или инсталацията:
- се връща в нормален режим на работа;
- отново е достъпна за експлоатация.

Или казано така: DOWNTIME е времето на престой, причинено от:
- задействане на ESD;
- диагностика и проверки;
- отстраняване на причините за аварийно изключване;
- рестартиране и тестване на системата;

Видовете DOWNTIME в ESD са:
Планиран престой (Planned Downtime):
- Системата се тества за поддръжка профилактично;
- Производството се спира контролирано.

Непланиран престой (Unplanned Downtime):
- Системата на ESD се задейства поради авария, теч, превишено налягане и други;
- Производството спира внезапно;
- Най-критичен вид, влияещ на безопасността и на икономическите показатели.

Следеното на DOWNTIME на ESD е важна стъпка [11, 12, 13] за:
- анализ на надеждността на системата (например MTBF, MTTR);
- оптимизация на производствените загуби;
- оценка на ефективността на процедурите за възстановяване;
- повишаване на безопасността и намаляване на фалшивите задействания.

Основните показатели, свързани с DOWNTIME, са [12, 13]:
- MTBF (Mean Time Between Failures) – средно време между повреди;
- MTTR (Mean Time To Repair) – средно време за възстановяване;
- Availability – достъпност, която се получава от следната формула:

$$(3)\quad \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x100;$$

- DOWNTIME per Year – общ престой за година – използва се оценка на експлоатационната готовност.

Разглежда се следният примерен изчислителен модел за DOWNTIME на ESD при химическа инсталация:

Табл. 2. Лог на инцидентите и DOWNTIME

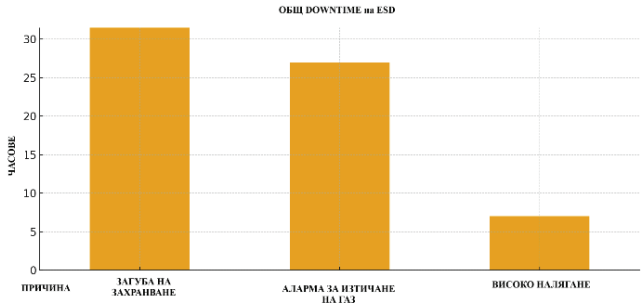
Дата	Причина	Диагностика в часове	Време за поправка в часове	Време за рестарт на системата в часове	Общ DOWNTIME в часове
2024-01-30	Аларма за изтичане на газ	1.45	2.47	2.98	6.9
2024-04-09	Загуба на захранване	1.86	4.37	2.23	8.46
2024-06-10	Загуба на захранване	1.4	4.59	0.99	6.98

Дата	Причина	Диагно-стика в часове	Време за поправка в часове	Време за рестарт на системата в часове	Общ DOWNTIME в часове
2024-08-01	Загуба на захранване	0.83	4.44	0.67	5.94
2024-08-16	Загуба на захранване	0.8	2.32	2.09	5.21
2024-08-25	Аларма за изчитане на газ	1.89	5.41	2.91	10.21
2024-10-31	Високо налягане	1.75	2.36	2.91	7.02
7074-17-22	Загуба на захранване	1.12	2.38	1.48	4.98
2024-12-28	Аларма за изтичане на газ	1.9	5.21	2.77	9.88

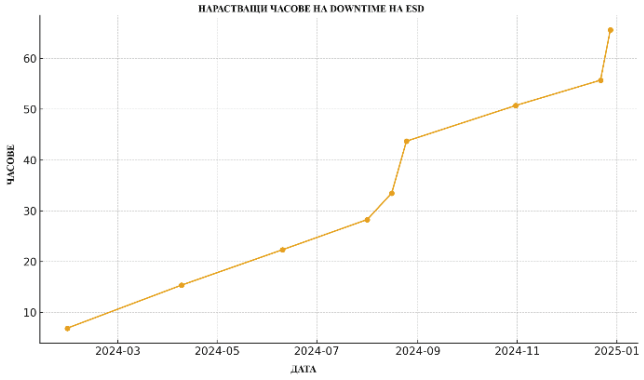
Табл. 3. Показател на ефективност – KPI

Показател за ефективност – KPI на системата за аварийно изключване – ESD	
Показател	**Стойност**
Сработване на защита (брой пъти)	9.0
MTTR в часове	7.29
MTBF в часове	959.14
Availability (%)	99.25
Годишен Downtime в часове	65.58

По представената формула (3) за Availability се получава графиката за общ DOWNTIME на ESD, показана на *фиг. 2*.



Фиг. 2. Общ DOWNTIME на ESD



Фиг. 3. Нарастващи часове на DOWNTIME на ESD

Заключение

ESD системите са основен елемент за безопасна експлоатация на промишлените процеси. Те осигуряват последната линия на защита при аварии и допринасят за устойчиво, сигурно и ефективно управление на производствените инсталации.

Проектирането на ESD системите изисква специален подбор на техническите средства за автоматизация. Ключов показател, оказващ влияние върху избора на техническите средства, е т. нар. *средна вероятност за отказите при поискване* (PFDavg). Избраните технически средства трябва да гарантират достигане на целевото SIL ниво.

Архитектурата и принципите за изграждане на ESD системите трябва да отговарят на редица специфични изисквания като физическо и логическо разделение на системите, резервираност, самодиагностика и други.

Специални изисквания се предявяват и към полевото оборудване, логическия контролер, изпълнителните устройства HMI и SCADA системите. При проектирането на ESD система важна стъпка е изборът на тест на частичен ход – PST.

Литература

1. ABB Inc. Industrial Automation. Level Measurement Products Overview. Baton Rouge, 2018.
2. VEGA Grieshaber. Level Detection in Liquids. Germany, 2022.
3. Hamlett, L. Pressure Handbook – A Basic Guide to Understanding Pressure. Yokogawa, 2022.
4. Pedersen, A., C. Steiniche. Safe Operation and Emergency Shutdown of Wind Turbines. Aalborg University, 2012.
5. Rezaeib, M. A Methodology for Choosing an Emergency Shutdown System. – *Control*, 2017.
6. Allen-Bradley. Redundancy Systems User Manual. Rockwell Automation Publication, 2025.
7. Kenexis. Safety Instrumented Systems Engineering Handbook. Kenexis Consulting Corporation, Columbus, OH, 2010.
8. Cameron, K., A. Lewis, D. Montalvao, M. R. Herfatmanesh. In-Service Performance of Emergency Shutdown Valves and Dependent Operational Relationships in the Offshore Oil and Gas Industry. Production and Hosting by Elsevier on behalf of KeAi, 2023.
9. ABB Inc. Industrial Automation. Level Measurement Products Overview. Baton Rouge, 2018.
10. VEGA Grieshaber. Level Detection in Liquids. Germany, 2022.
11. Hamlett, L. Pressure Handbook – A Basic Guide to Understanding Pressure. Yokogawa, 2022.
12. Pedersen, A., C. Steiniche. Safe Operation and Emergency Shutdown of Wind Turbines. Aalborg University, 2012.
13. Rezaeib, M. A Methodology for Choosing an Emergency

Shutdown System. – *Control,* 2017.
14. Allen-Bradley. Redundancy Systems User Manual. Rockwell Automation Publication, 2025.
15. Kenexis. Safety Instrumented Systems Engineering Handbook. Kenexis Consulting Corporation, Columbus, OH, 2010.
16. Cameron, K., A. Lewis, D. Montalvao, M. R. Herfatmanesh. In-Service Performance of Emergency Shutdown Valves and Dependent Operational Relationships in the Offshore Oil and Gas Industry. Production and Hosting by Elsevier on behalf of KeAi, 2023.
17. Hansen. K. Redundancy Ethernet in Industrial Automation. ABB Corporate Research, IEEE, 2005.
18. Bae, J.-H., S.-C. Shin, B.-C. Park, S.-Y. Kim. Design Optimization of ESD (Emergency Shutdown) System for Offshore Process Based on Reliability Analysis. – *MATEC Web of Conferences*, 2016.
19. SIGTTO. ESD Systems. Second Edition. SIGTTO, Bermuda, 2021.
20. IEC 61508. Functional Safety of Electrical/Electronic/ Programmable Electronic Safety-Related Systems. International Electrotechnical Commission, Geneva, 2010.
21. IEC 61511. Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector. International Electrotechnical Commission, Geneva, 2016.
22. API Recommended Practice 556. Instrumentation and Control Systems for Fired Heaters and Boilers. American Petroleum Institute, Washington, D.C., 2011.
23. ISA TR84.00.02. Safety Instrumented Functions (SIF) – Safety Integrity Level (SIL) Evaluation Techniques. International Society of Automation, Research Triangle Park, NC, 2015.
24. Emerson Process Management. Safety Instrumented Systems – White Paper. Emerson Electric Co., 2019.
25. Siemens AG. Process Safety Guide – ESD & SIS Design. Siemens AG, Munich, 2020.
26. Honeywell Process Solutions. Safety Manager ESD System Overview. Honeywell International Inc., Phoenix, AZ, 2021.
27. Yokogawa Electric Corporation. Safety Instrumented Systems (SIS) and Emergency Shutdown (ESD) Solutions. Yokogawa, Tokyo, 2022.
28. ISA 84. Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry. International Society of Automation, Research Triangle Park, NC, 2018.

За контакти:
Инж. **Виктор Цолов,** докторант
viktor.tsolov@tu-varna.bg
Проф. д-р **Никола Николов**
nn_nikolov@tu-varna.bg
Катедра "Автоматизация на производството"
Технически университет – Варна

ФНТС ВИ ПРЕДЛАГА
КОМПЛЕКСНИ УСЛУГИ:

Специалисти-консултанти за разработване на проекти, свързани с технологични иновации, финансова политика, патентна защита и др.

Федерацията на научно-техническите съюзи ще ви осигури конферентни и изложбени зали, симултанна техника и мултимедия, отлични възможности за провеждане на вашите събития, промоции, коктейли.

Спестете време, средства и енергия като се възползвате от комплексните услуги на Федерацията и удобните зали от 14 до 220 места, в центъра на София.

ЗАПОВЯДАЙТЕ ПРИ НАС!





Зала / брой места / брой часове	Делнични дни				Почивни и празнични дни		
	до 2 часа	до 4 часа	от 4 до 8 часа	от 8 до 12 часа	до 4 часа	от 4 до 8 часа	от 8 до 12 часа
Зала №1 (45 кв. м)	102 EUR	204 EUR	306 EUR	409 EUR	306 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №2 (40 места)	102 EUR	204 EUR	306 EUR	409 EUR	306 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №3 (90 места)	153 EUR	255 EUR	409 EUR	562 EUR	383 EUR	511 EUR	613 EUR
Зала №4 (220 места)		409 EUR	613 EUR	766 EUR	511 EUR	766 EUR	1022 EUR
Зала №105 А (54 места)	102 EUR	153 EUR	255 EUR	409 EUR	281 EUR	409 EUR	562 EUR
Зала №109 (27 места)	76 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR	255 EUR	306 EUR	409 EUR
Зала №302 (14 места)	54 EUR	76 EUR	127 EUR	204 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR
Зала №312 (25 места)	76 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR	255 EUR	306 EUR	209 EUR
Зала №507 (20 места)	54 EUR	76 EUR	127 EUR	204 EUR	127 EUR	204 EUR	255 EUR

Цените са без ДДС и са в сила от 01. 01. 2026 г.!
София, 1000, ул. „Г. С. Раковски" №108; www.fnts.bg
Национален дом на науката и техниката
тел: +359 2 987 72 30 , e-mail: info@fnts.bg