

VIII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми і досягнення в
галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій»

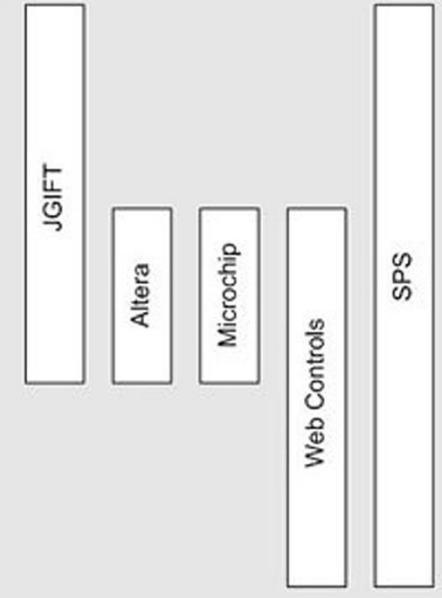
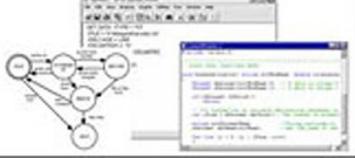
КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Поляков М.А., к.т.н., доц. каф.
радиотехники и телекоммуникаций
ЗНТУ

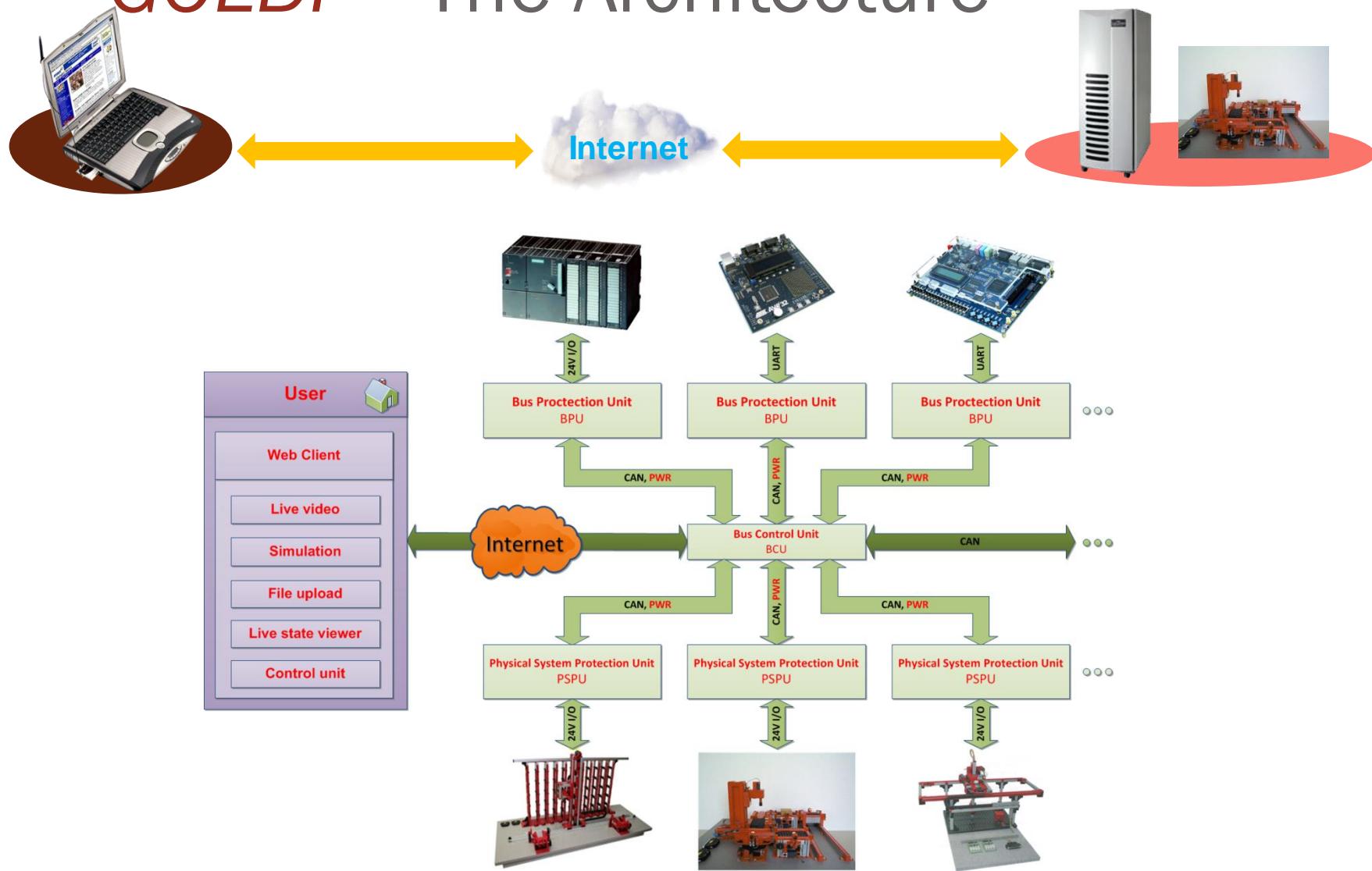
Удаленные лаборатории



GOLDI – A Hybrid Online Lab

<p>Task Description</p> <p>Remote control, maintenance and configuration</p> 	<p>Tools</p> 
<p>Specification</p> <p>state machines state machine networks SPS notations c (Pascal, Basic) code</p> 	
<p>Synthesis</p> <p>Software Synthesis</p> <p>Interface Synthesis</p> <p>Hardware Synthesis</p>	
<p>Implementation</p> <p>CPLD / FPGA</p>  <p>Micro Controller</p>  <p>SPS</p> 	
<p>Models</p> <p>3-axis table</p>  <p>high bay racking</p>  <p>elevator</p>  <p>production line</p> 	

GOLDI – The Architecture



Физические модели удаленных лабораторий

www.goldi-labs.net/index.php

Искать в Google поиск

The screenshot shows a web browser displaying the Goldi-Labs website at www.goldi-labs.net/index.php. The main content area features a large image of a modern building with a red facade and a long, light-colored wing. Below the image is a navigation bar with icons for a fish, Control Unit, Physical System, Start Experiment, Examples, GIFT, Username, Password, Login, Register, and a search icon. On the left, a vertical sidebar lists various experiments: 3-Axis-Portal, Elevator A (3 floors), Elevator B (4 floors), **Elevator C (4 floors)** (highlighted in orange), Production Cell, Storage Warehouse, Water Level Control, Digital Demo Board, and Maze. The central content area is titled "Elevator C (4 floors)". To the right of the title is a detailed description of the experiment and a photograph of a red and black mechanical model of an elevator shaft.

Elevator C (4 floors)

The elevator consists of a cage with counterweights, a pit and four floor units, each one containing a pneumatic driven sliding door, call buttons and colored control lamps to indicate the moving direction of the cage. In addition to this there is a control panel, realizing the operating options from inside the cage. In essence, these are selection buttons to choose a floor, an alarm button, an emergency stop and the ability to choose a mode of operation, where the lift is controlled exclusively from outside the cage. The simulated process shows the elevator being brought from a basic position to one of the floors, by operating the control panel or one of the call buttons, and after opening and closing the sliding door being ready for the next sequence: After operation one of the call buttons, indicated by a signal lamp, the cage is brought in a slow-fast-slow-movement, being controlled by mechanical switches depending on the distance, to the chosen floor. The sliding door gets opened and remains open, until the programmed loading time is over. A one way light barrier controls the entrance to prevent, in a real case persons or things that are in the danger zone of the door, from getting hurt. After closing the sliding door, the cage gets moved to the next chosen floor, where the sequence of opening and closing the sliding door occurs in the same manner. A miniature compressor for the pneumatic driven sliding doors is integrated in the model.

[PDF with Pinout](#)

www.goldi-labs.net/index.php?Site=23#

Структура физической модели

The screenshot shows a web-based interface for a physical system. At the top, there is a banner with two photographs of buildings. Below the banner, the navigation bar includes a logo, links for 'Control Unit', 'Physical System', 'Start Experiment', 'Examples', and 'GIFT', and input fields for 'Username' and 'Password' with 'Login' and 'Register' buttons.

The main content area is divided into three panels:

- Virtual Model:** A schematic diagram of a mechanical system. It features a vertical cylinder at the top connected to a horizontal beam. The beam is supported by a vertical frame that also holds a small yellow component. A red rectangular base supports the entire assembly. The diagram is enclosed in a green border.
- Real Model:** A photograph of a physical robotic arm mounted on a red metal frame. The arm is positioned horizontally. The real model panel is enclosed in a purple border.
- Manual Control:** A diagram illustrating coordinate axes and control inputs. It shows a 3D coordinate system with axes labeled X, Y, and Z. Arrows indicate movement along these axes: X+ (right), X- (left), Y+ (up), Y- (down), Z+ (up), and Z- (down). Below the axes, letters A, S, D, and W represent keyboard controls for movement. To the right, a U-shaped magnet with poles labeled R and F is shown, with arrows indicating its orientation. The manual control panel is enclosed in a red border.

At the bottom of the interface, there is a toolbar with various icons and buttons, including 'Light', 'Flow control', 'Breakpoints', 'Choose initialization', and 'Error log'.

Работа с физической моделью

- Выбор устройства управления
- Разработка динамической модели объекта управления (ОУ)
- Загрузка модели ОУ на сервер лаборатории
- Наблюдение за поведение визуальной и физической модели ОУ в ходе эксперимента

Использование физических моделей в удаленных лабораториях : проблемы

- необходимость технического обслуживания для поддержания работоспособности и принятия мер для обеспечения безопасности;
- ограниченная номенклатура с физической моделью, сложность модернизации, высокая стоимость новых моделей и другие.

Цель работы: повысить уровень, расширить область применения существующих физических моделей

- Поставленную цель предполагается достичь путем построения моделей объектов изучения как кибер-физических систем

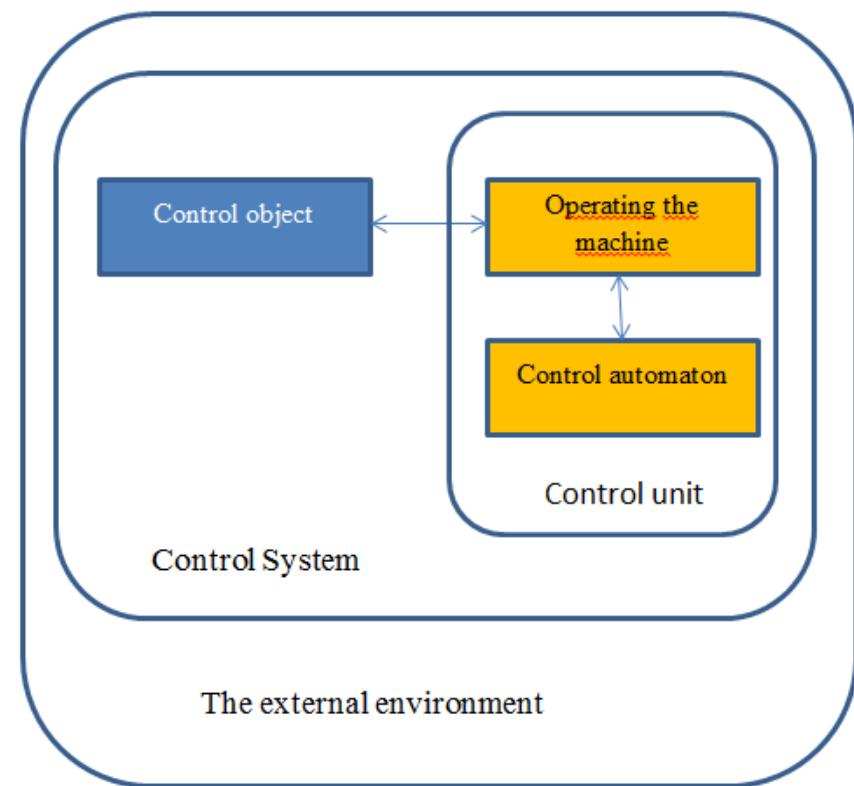
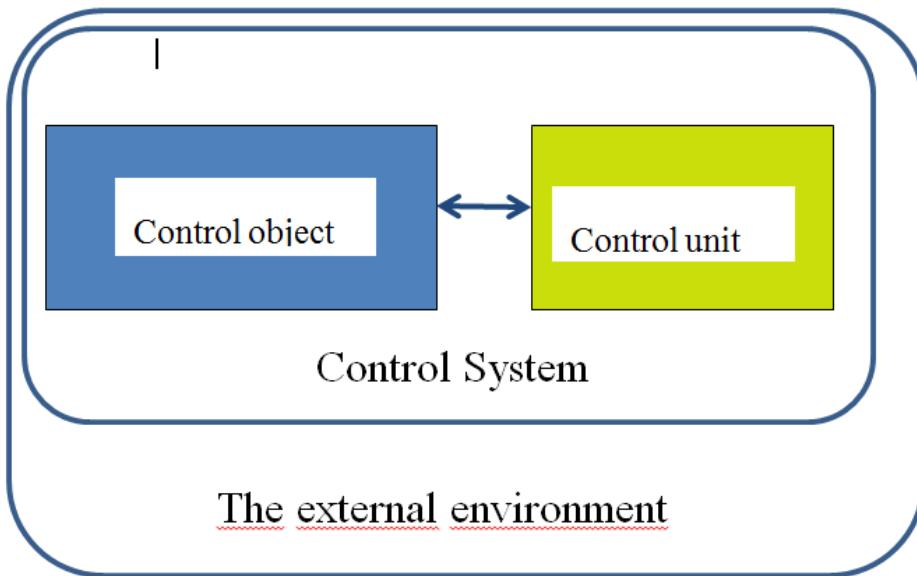
Что такое CPS (Cyber Physical Systems) физических моделей

- Электромеханика
- Контроллерное управление
- Доступ в сеть
- Моделирование динамики ОУ



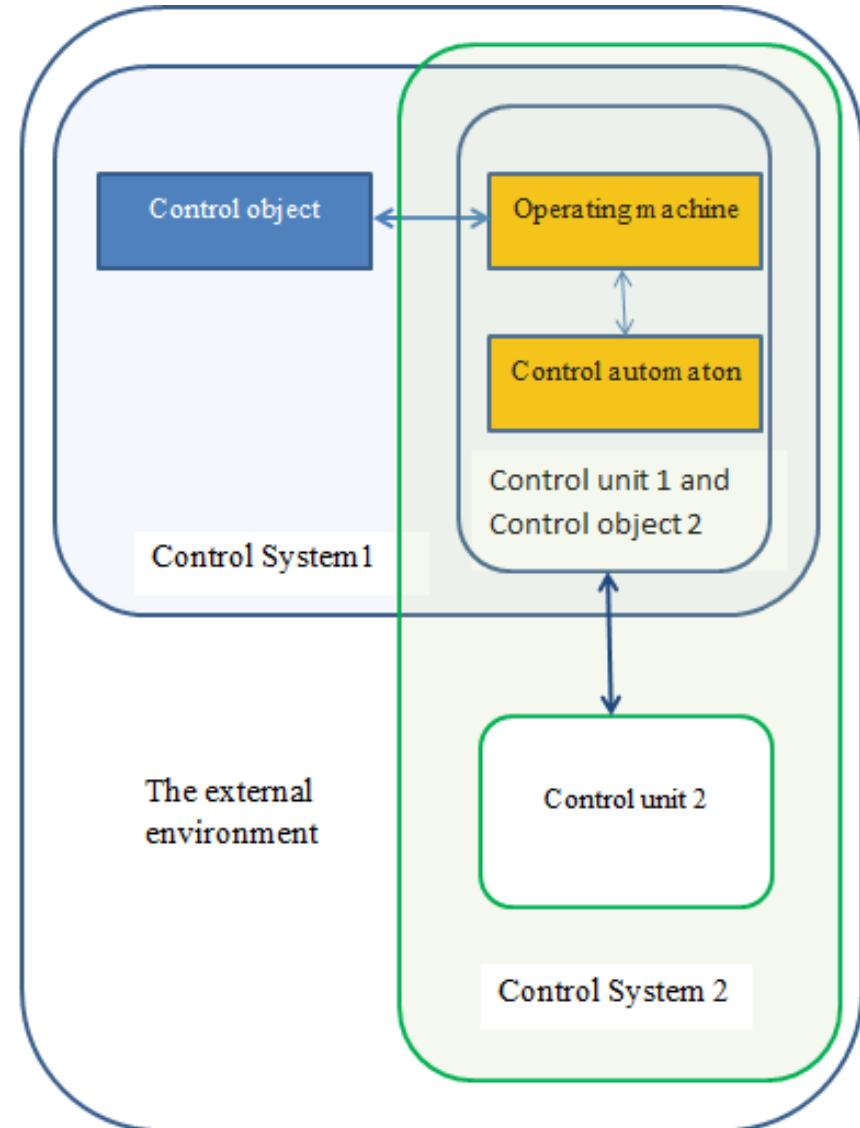
Definition, models of integrated control system

Simple system

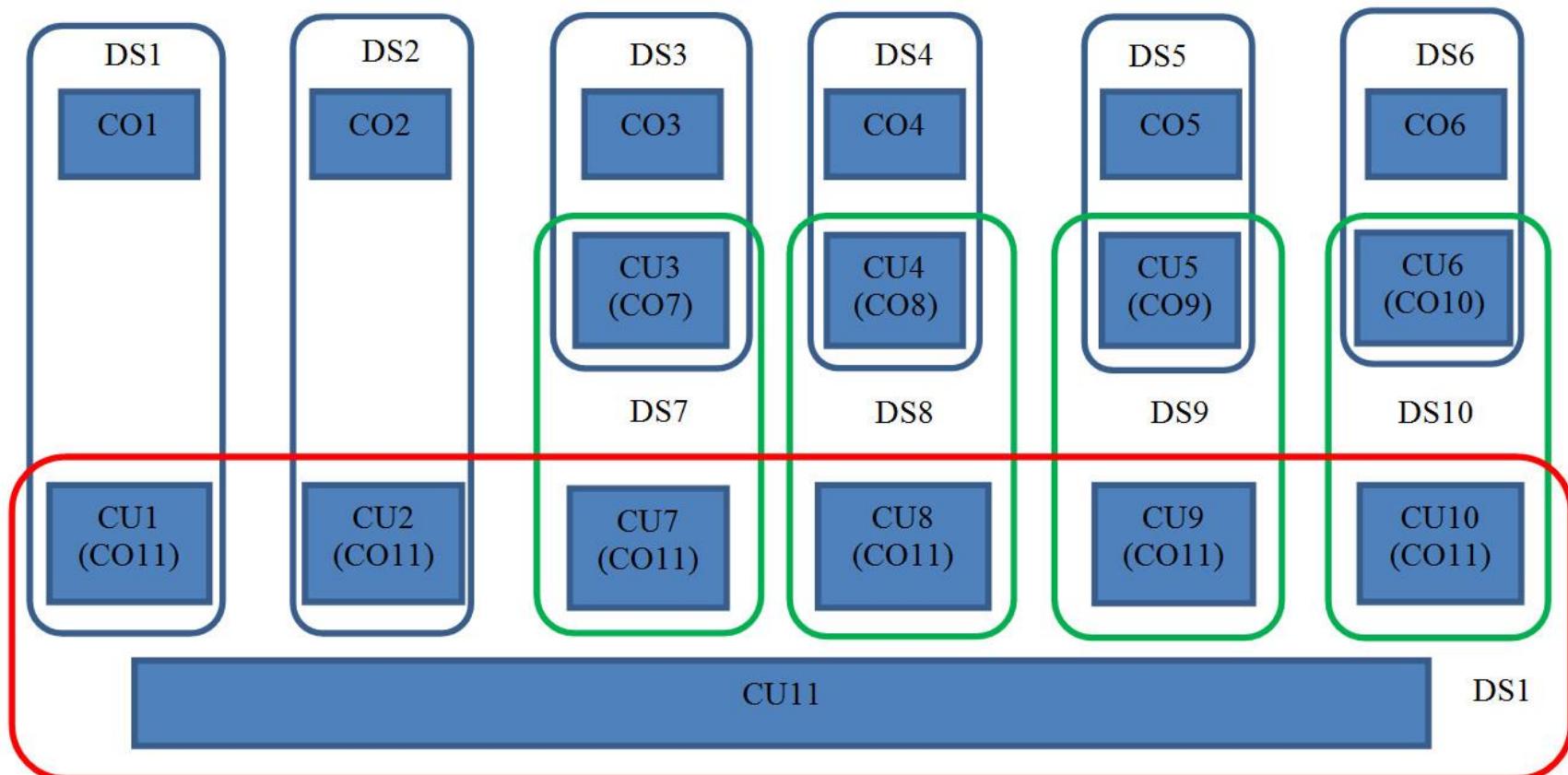


Control systems as an integrated system

Control unit in i -th hierarchy level subsystem may simultaneously be control object in subsystems of $(i+1)$ -th and higher hierarchy levels.

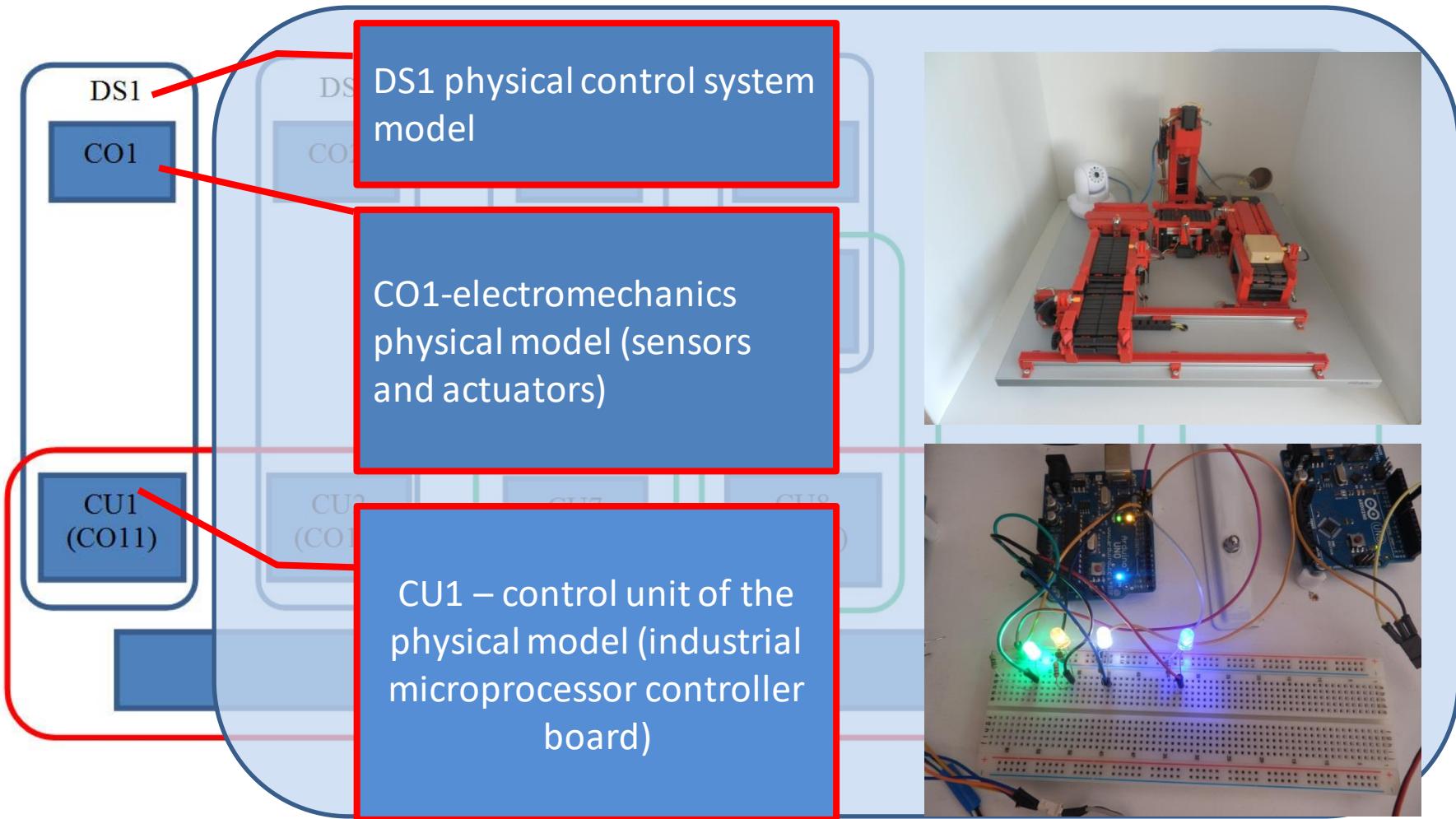


Remote lab system as an integrated system

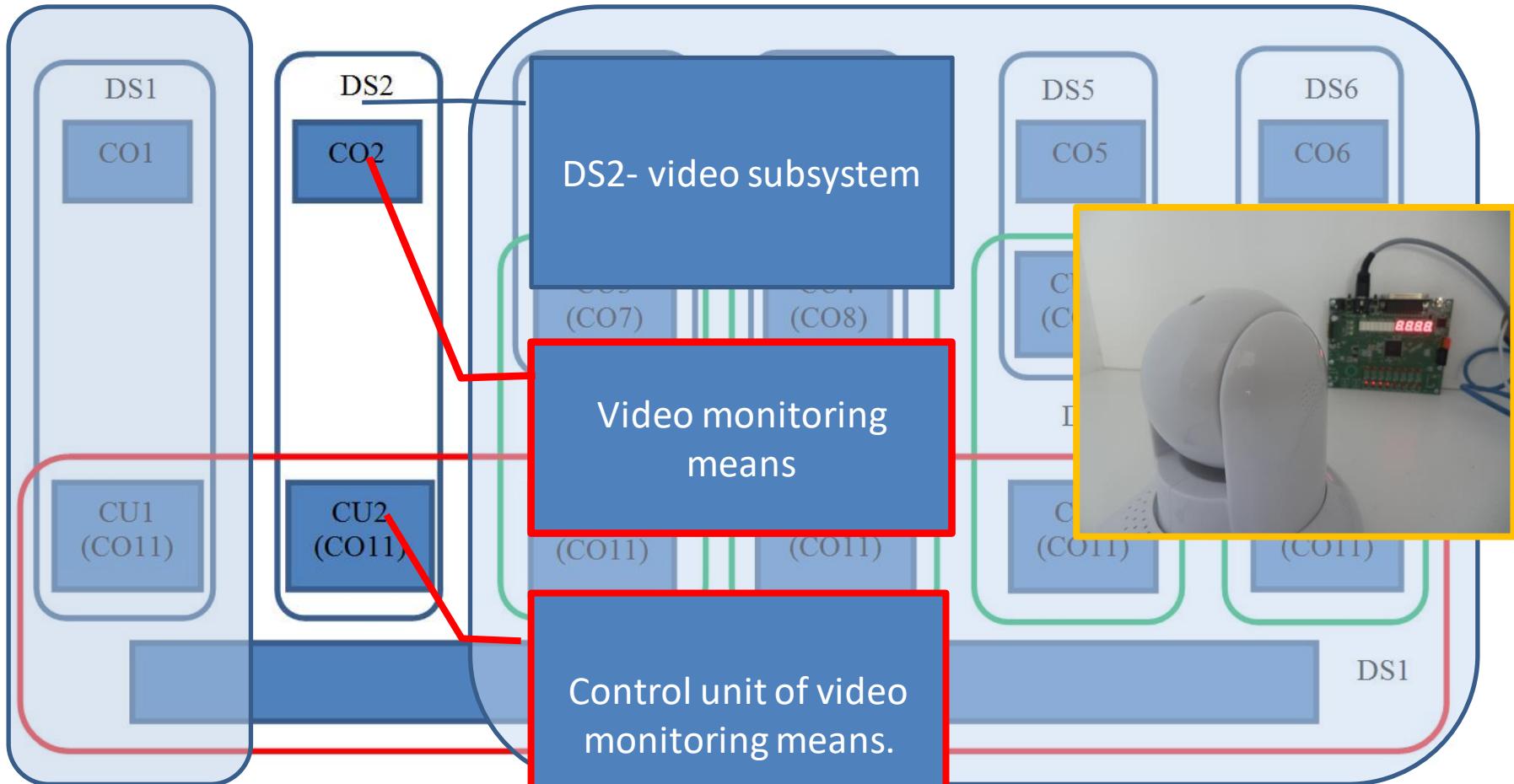




DS₁ - physical control system model

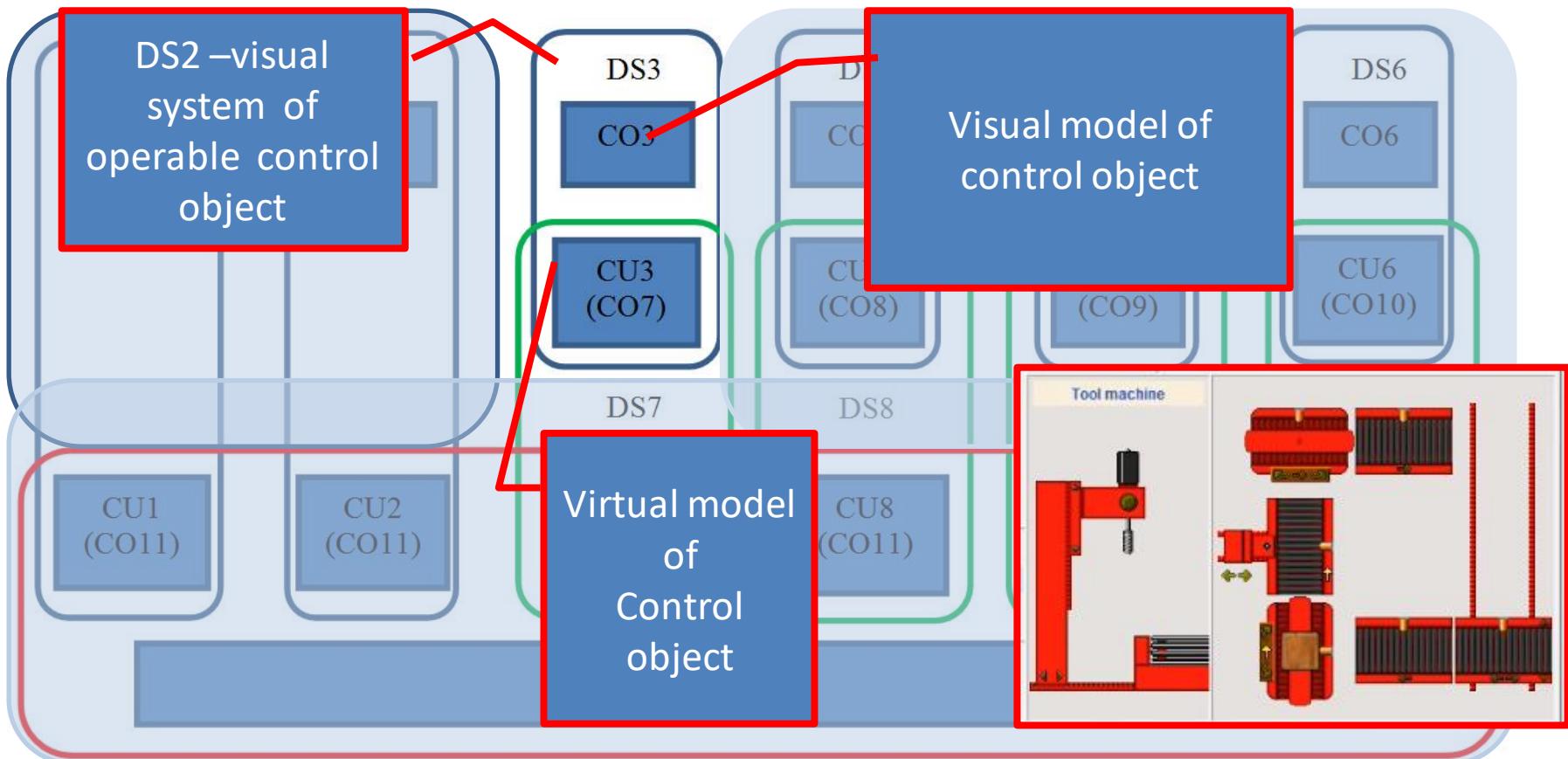


DS₂- video subsystem



Remote laboratory for teaching of control
systems design as an integrated system

DS_3 - Visual model of operable CO

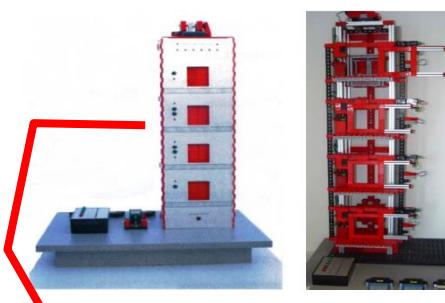


Model examples



Physical System Descriptions

Elevator 4 floors



Physical CO

Assembly	Element	Type of actuator control	Sensor output
Mechanism of the cabin elevator	Electric motor	Up/down	
	Door mechanism	To open/close	
	Door sensors		On/off
	Lamps in cabin	To switch on/off	
	Buttons in cabin		On/off
Cabin	Position sensor		On/off
	Lamps on the floor	To switch on/off	
	Call buttons		On/off
Floor			

Specification of physical CO

Assembly	Graphical object	Tag/control type
Building	Building	-
	Cabin	Cabin position/vertical displacement
Cabin	Door	Door position/horizontal displacement
	Lamp	Lamp state/color
Floor	Button	Button state/ assignment of the value to tag
	Lamp	Lamp state/color
	Button	Button state/ assignment of the value to tag

Specification of virtual CO



Physical System Descriptions

Inputs / Sensors

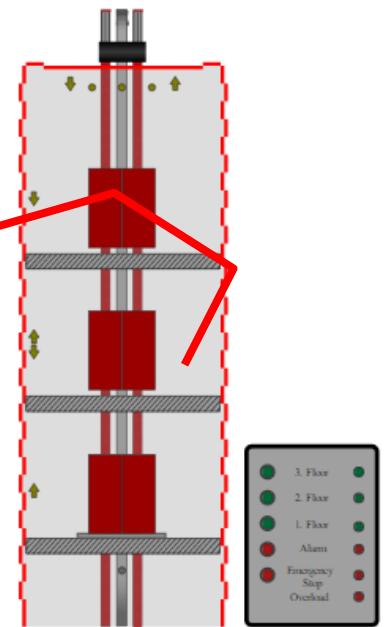
Variable	Name	Direction
x0	Elevator on floor 1	Input
x1	Elevator on floor 2	Input
x2	Elevator on floor 3	Input

Outputs / Actuators

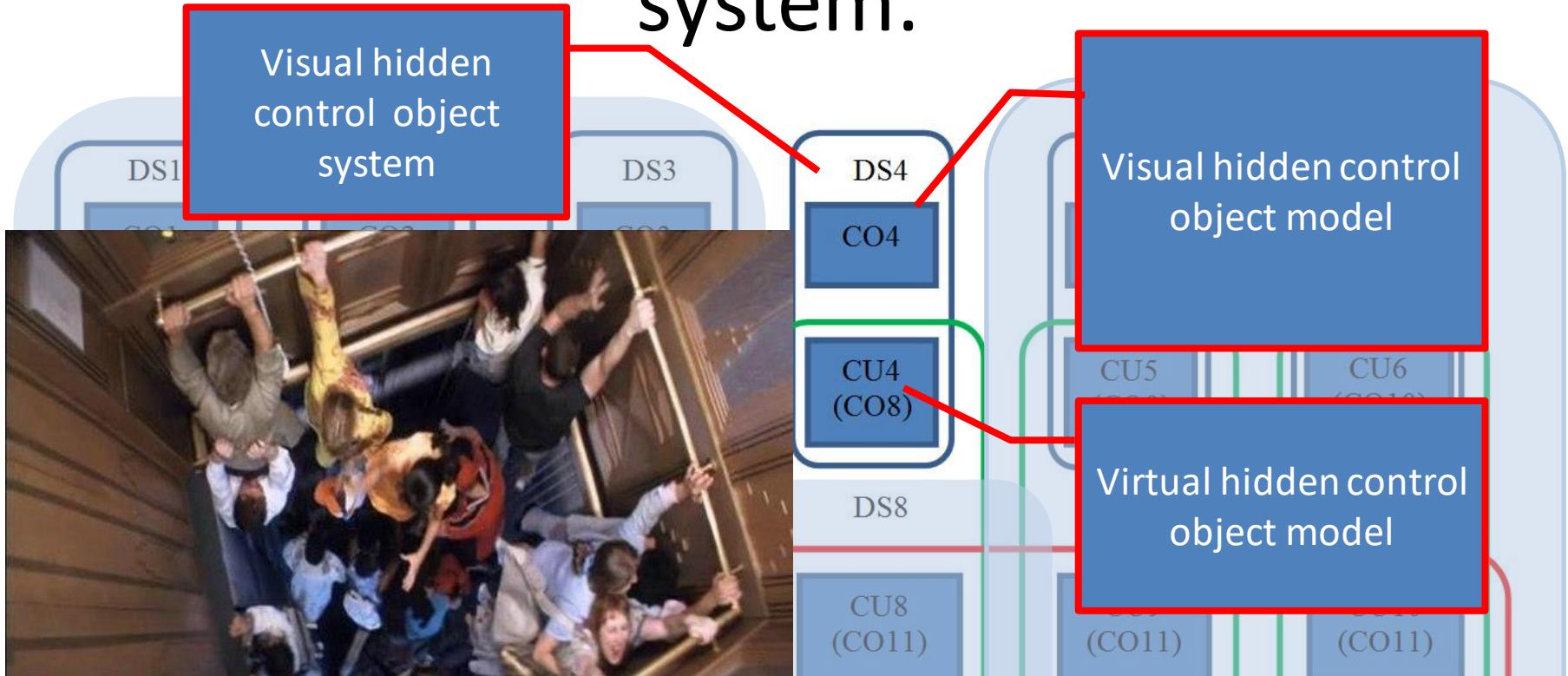
Variable	Name	Direction
y0	Drive upwards	Output
y1	Drive downwards	Output
y2	Drive slowly	Output
y3	Door floor 1 - open	Output

Virtual CO

Tags of virtual model

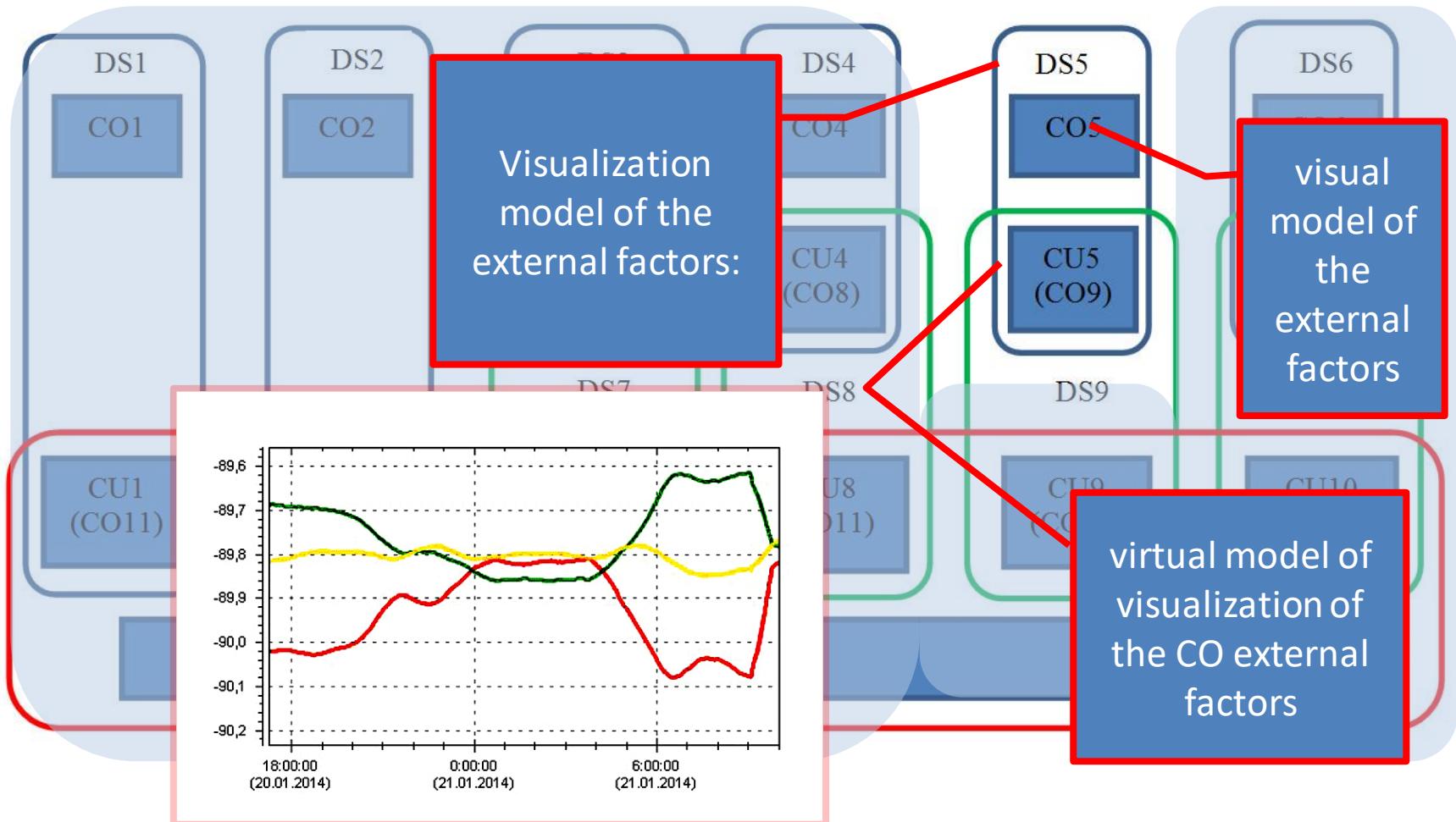


DS4 - Visual hidden control object system:

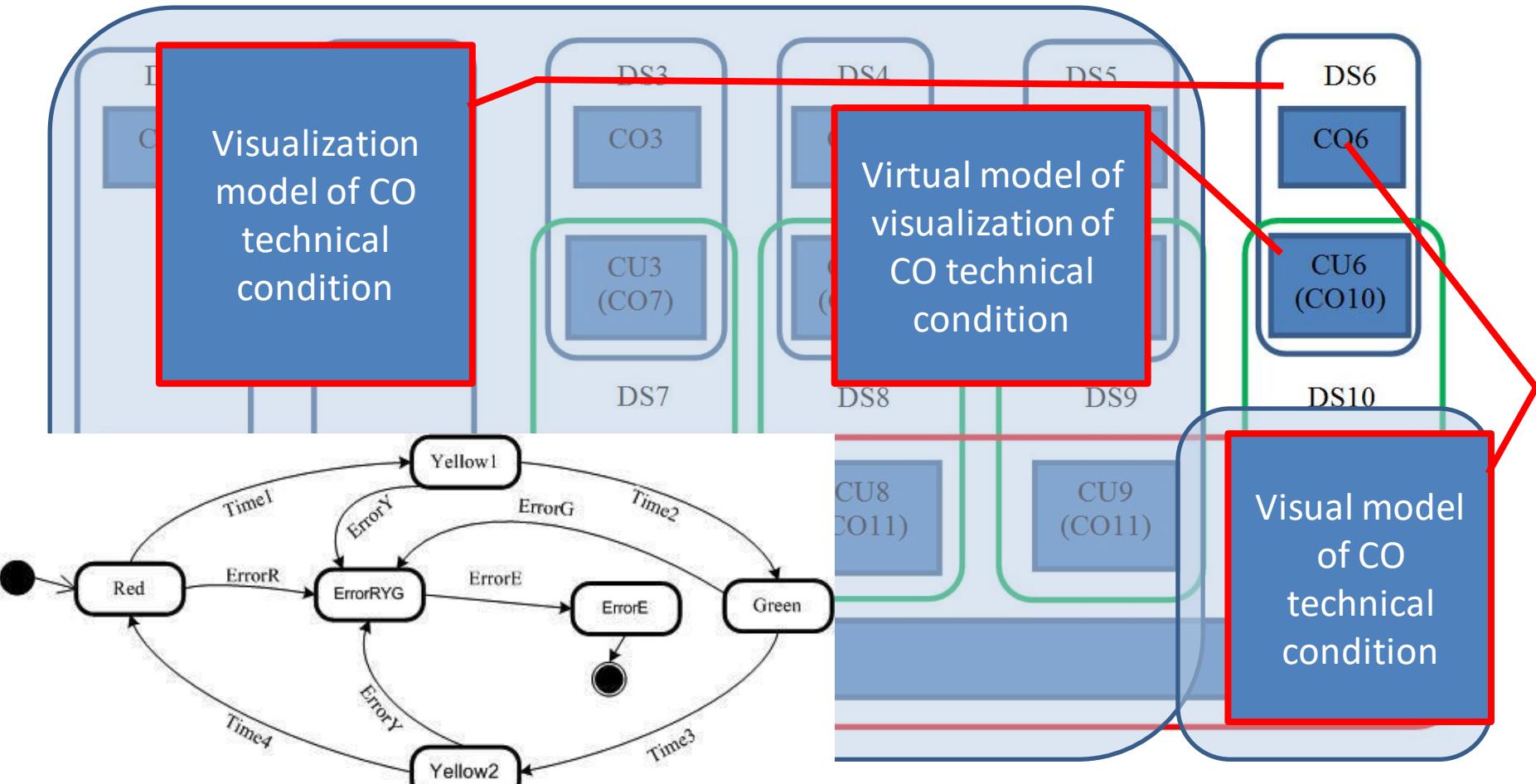


Brakes: There are a few brake systems in a typical elevator system. These include the electromagnetic and mechanical brakes. The electromagnetic brakes activate automatically if there is a sudden loss of power or when the car is stationary. The mechanical brakes at the sheave itself also stop the car from moving when the car is inactive.

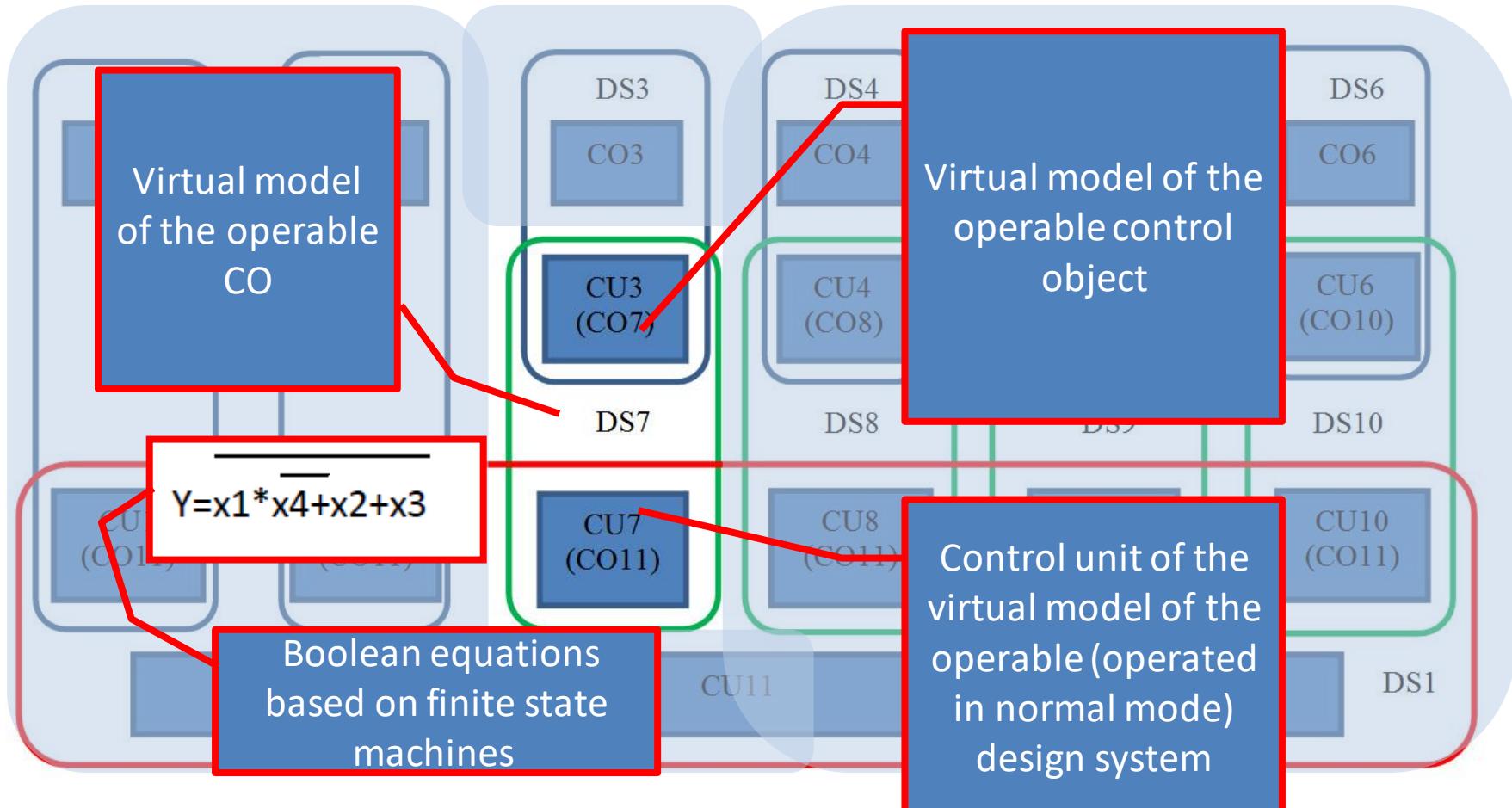
DS₅ Visualization model of the external factors



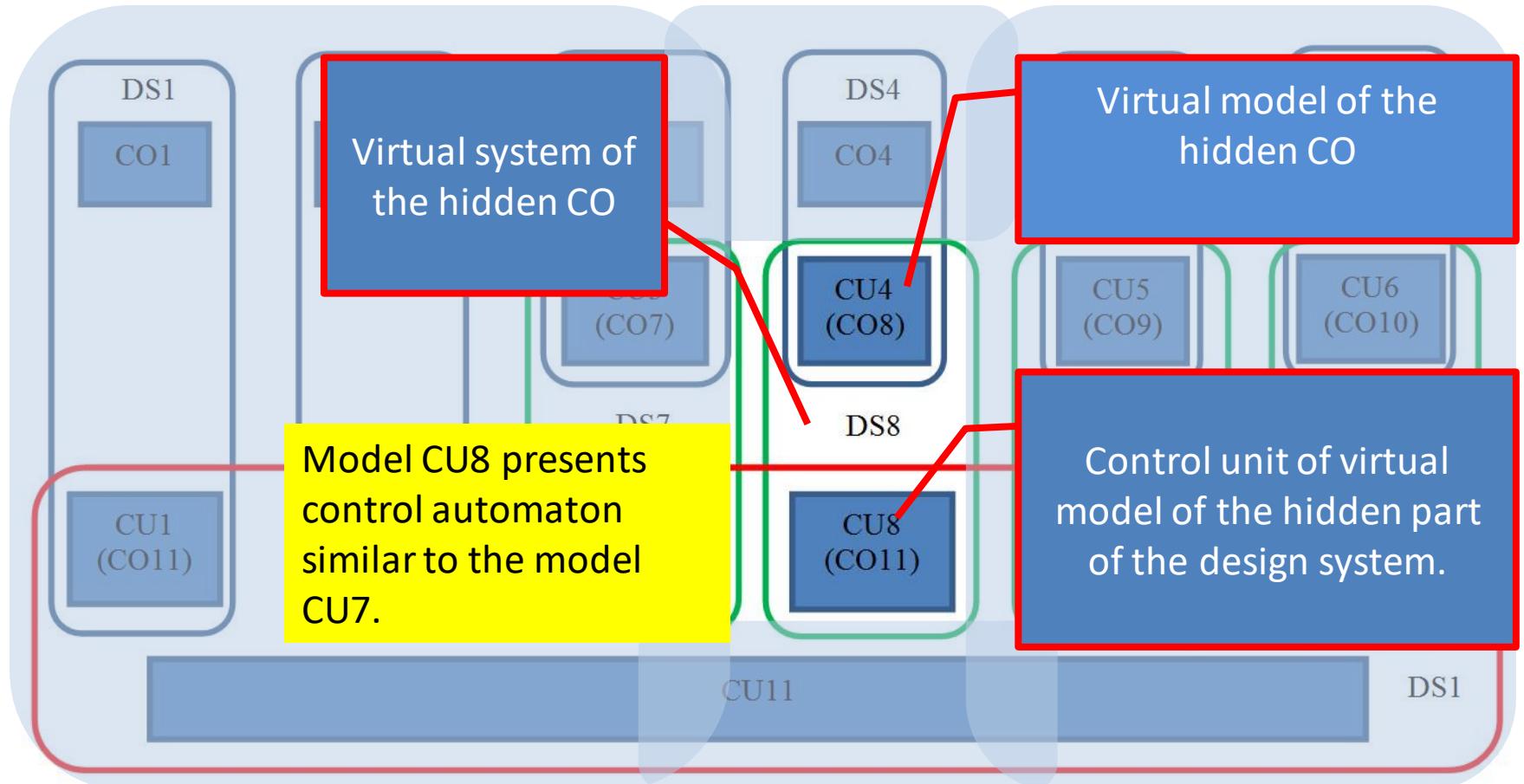
DS_6 Visualization model of CO technical condition



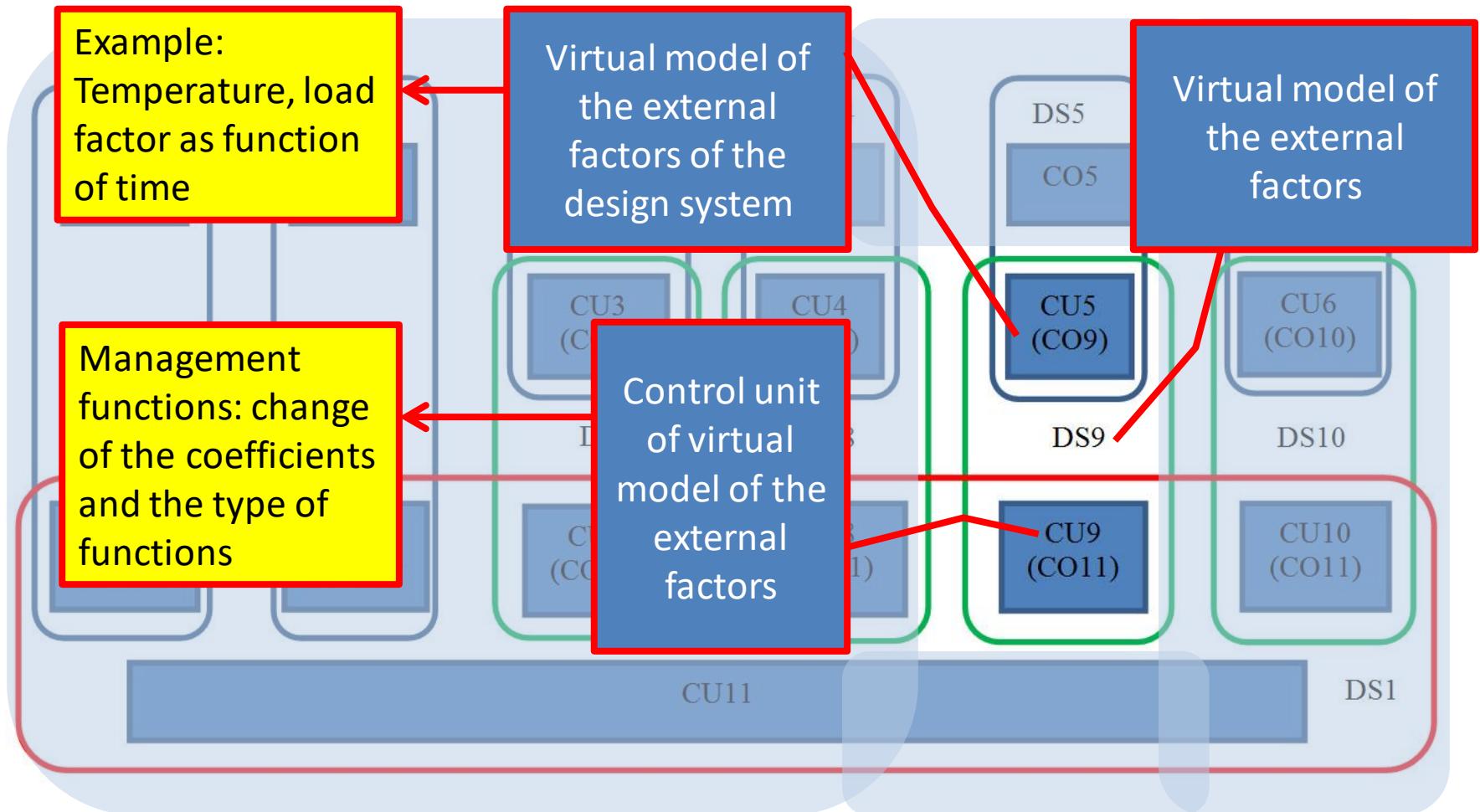
DS₇, Virtual model of the operable CO



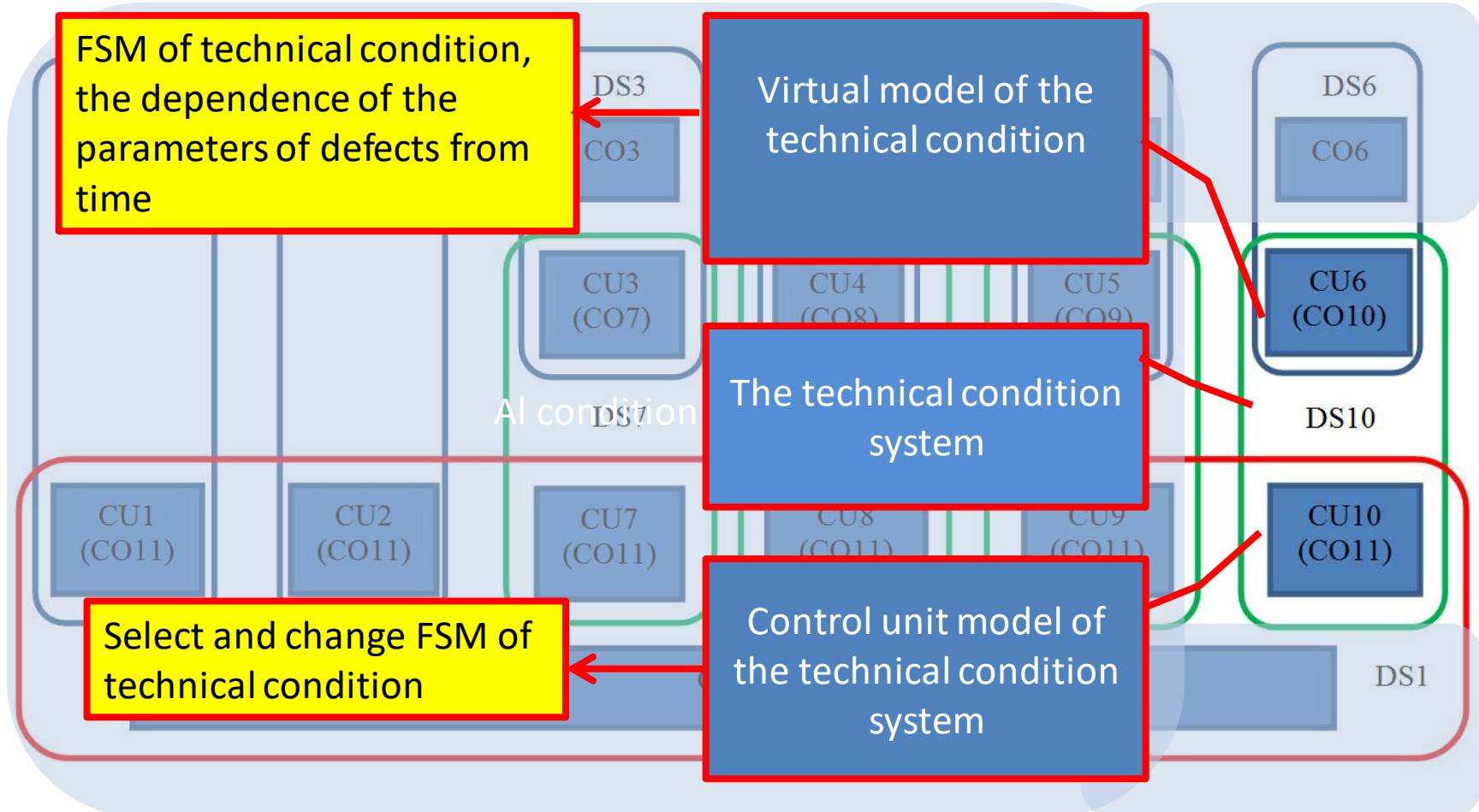
DS₈ Virtual model of the hidden CO



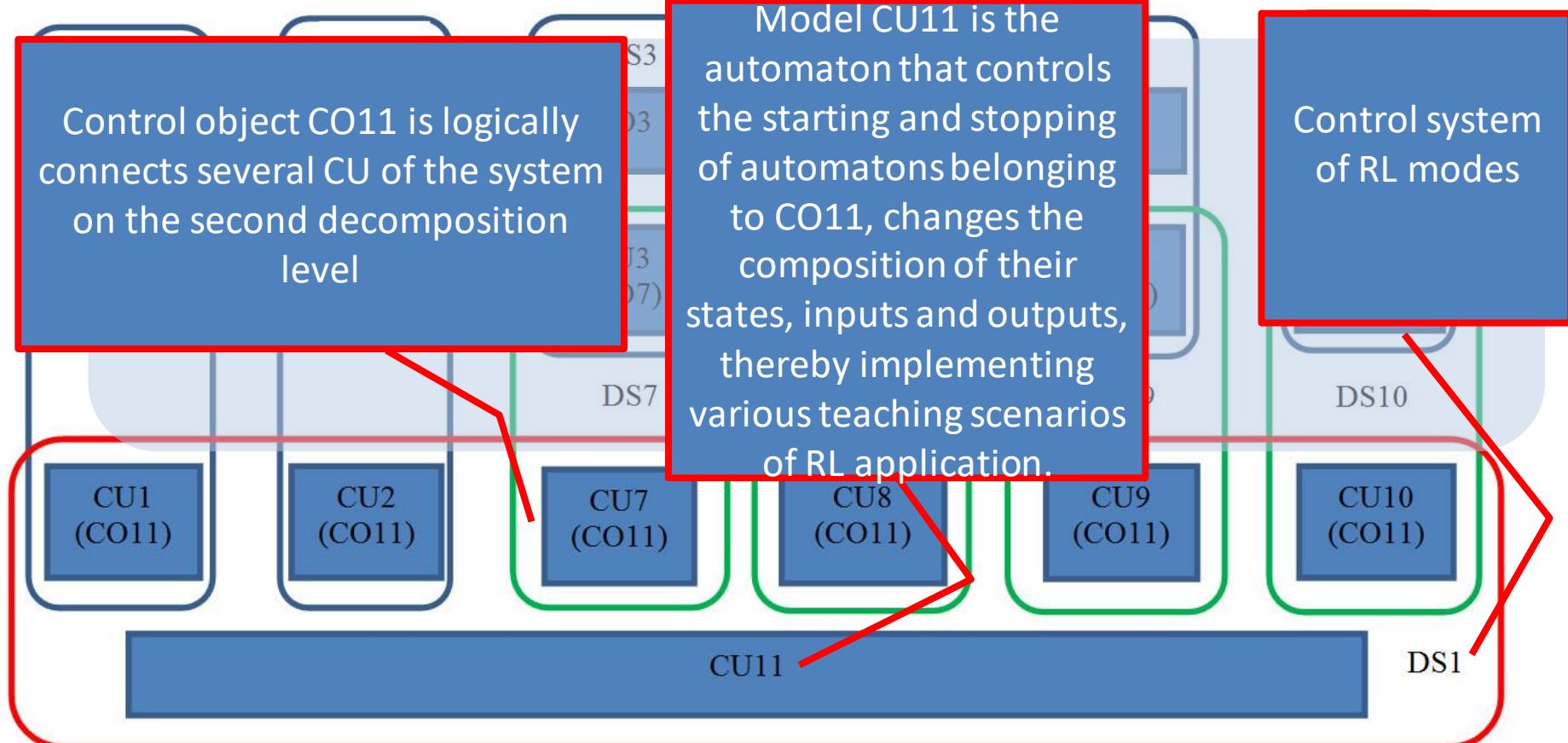
DS₉ Virtual model of the external factors



Virtual model of the technical condition



Control system of RL modes



Теоретико-множественное описание кибер-физической системы модели объекта изучения

- представим в виде кортежа $\langle X, Y, S, \mu, \lambda, T \rangle$,
где X, Y, S – множество входов, выходов и
состояний системы, соответственно; μ, λ –
функции выходов и переходов конечного
автомата системы, соответственно; T –
масштаб модельного времени

Расширение функциональности с использованием множества Y

- Для расширения функциональности «живой» картинки физической модели можно увеличить количество видеокамер, ввести удаленное управление ракурсом и параметрами съемки объекта изучения,
- Дреальность или визуальность в изображение на мониторе удаленного студента. Это могут быть графические элементы для выделения фрагментов изображения, диагностические сообщения, анимационные вставки и другое.
- Возможно использование других форм передачи информации об объекте изучения. Например, добавленное аудио может быть полезно в тех случаях, когда одновременно с принципами работы объекта изучается терминология на иностранном для студента языке.
- В перспективе возможны и другие формы, что позволяет говорить о «добавленном медиа».

Расширение функциональности с использованием множества X

- генерацию входных сигналов по истечению заданного интервала времени
- , обратные связи объекта (например, руль, который моделирует сопротивление автомашины резкому повороту),
- входы событий внешней среды (например, для ввода тренда температуры),
- ввод событий управления в потоке,
- мониторинг потоков значений X и Y с сохранением трендов на машинном носителе.

Расширение множества состояний S и соответствующие модификации функций μ и λ

- для моделирования поведения объекта в нештатных ситуациях,
- диагностирования неисправностей физической модели,
- диагностирования проекта студента по управлению объектом,
- перехода от логического управления к гибридному и к недерминированному автомату.
- Операции с модификацией множества S обозначим термином «добавленное поведение».

Summary

- Functional structure of a remote laboratory for teaching of the control systems design has much more complicated structure than control systems in the teaching domain.
- Analysis of the functional elements of a remote lab in coordinates "control object – control unit" showed that some elements function as the control object in one local system, and the control device in the other.

Summary

- The introduction into RL the visual and virtual models of the hidden part of CO, dynamics of CO external factors and technical states of CO elements will allow implementation of advanced teaching scenarios without RL hardware updating.

Спасибо за внимание

- Контактная информация:
- E-mail: polyakov@zntu.edu.ua
- Tel. :093 074 09 63