

# AUTOMATSKO PARKIRANJE VOZILA

---

**Tomljenović, Karlo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:804885>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-08**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

STROJARSKI ODJEL

PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

KARLO TOMLJENović

**Mehatronički sustav za upravljanje  
automatskim parkiranjem vozila**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2024

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
PRIJEDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

KARLO TOMLJENović

**Mehatronički sustav za upravljanje  
automatskim parkiranjem vozila**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Vladimir Tudić, prof. struč. stud.

KARLOVAC, 2024

## Izjava

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu

## **Motivacije autora za izradu ovog rada bile su**

**Interes za tehnologiju autonomnih vozila.** Od malih nogu, autor je bio fasciniran automobilima i naprednom tehnologijom. S godinama, njegova strast prema automobilima proširila se na šire područje tehnologije, osobito u kontekstu autonomnih vozila. Automobilaska industrija se ubrzano mijenja, uvodeći nove tehnologije koje vozilima omogućuju sve veći stupanj autonomije. Postalo je očito da je budućnost ove industrije u automatizaciji i pametnim sustavima koji povećavaju sigurnost, efikasnost i udobnost vožnje.

Autor je prepoznao da automatsko parkiranje predstavlja jedan od ključnih elemenata autonomnih vozila. Ovaj sustav ne samo da olakšava svakodnevni život vozača, već i smanjuje rizik od nesreća te optimizira korištenje parkirnog prostora, što je posebno važno u urbanim sredinama. Osim praktičnih koristi, fascinacija tehnologijom koja omogućuje vozila da samostalno prepozna parkirno mjesto, manevrira i precizno parkira bez ljudske intervencije, bila je izuzeto privlačna.

Odlučio se za ovaj rad kako bi detaljnije istražio automatsko parkiranje, dublje razumio tehnologije koje stoje iza ovog sustava i pridonio njegovom razvoju kroz vlastiti projekt. Razumijevanje i implementacija ovakvih sustava pružaju mu priliku da kombinira svoja tehnička znanja sa strastima, stvarajući inovativna rješenja koja mogu imati stvarni utjecaj na budućnost vožnje. Ovaj rad je stoga ne samo akademski izazov, već i korak prema ostvarenju osobnih interesa i profesionalnih ambicija u području autonomnih vozila.

## **Sažetak**

Ovaj završni rad opisuje predloženi mehatronički sustav za automatsko parkiranje vozila na nekom označenom zatvorenom proizvoljnom prostoru. Za te potrebe odrađeno je istraživanje objavljenih komercijalnih poznatih sustava za automatsko parkiranje vozila i objašnjen je način programiranja odabranog PLC-a, funkcije programa upravljanja, komponente i elemente sustava, te su na kraju istaknute prednosti ali i limiti predloženog sustava. Program upravljanja na način da povezuje podatke iz ugrađenih senzora i kamera za prepoznavanje parkirnih mjesta i preciznim upravljanjem vozilom s pomoću mehatroničkih aktuatora uparkirava vozilo u proizvoljno parkirno mjesto. U radu su uspoređeni različiti komercijalni sustavi automatskog parkiranja tvrtki Tesla, BMW i Audi. Autor zaključuje da funkcija automatskog parkiranja značajno doprinosi praktičnost, uštedi vremena i sigurnosti u prometu, unatoč velikom tehničkim izazovima.

**Ključne riječi:** Automatsko parkiranje, Senzori, Programiranje, Manevriranje vozilom

## **Summary**

This final paper describes the proposed mechatronic system for automatic parking of vehicles in a marked closed arbitrary space. For these purposes, a research of published commercially known systems for automatic parking of vehicles was done and the method of programming the selected PLC was explained, the functions of the control program, components and elements of the system, and finally the advantages and limitations of the proposed system were highlighted. The control program parks the vehicle in an arbitrary parking space by connecting data from the built-in sensors and cameras for recognizing parking spaces by precisely controlling the vehicle with the help of mechatronic actuators. This paper compares different commercial automatic parking systems from Tesla, BMW and Audi. The author concludes that the automatic parking function significantly contributes to convenience, time saving and traffic safety, despite the great technical challenges.

**Keywords:** Automatic parking, Sensors, Programming, Vehicle manoeuvring

# Sadržaj

## Contents

1. Uvod .....	1
2. Funkcionalnosti sustava automatskog parkiranja .....	2
2.1.1. Detekcija parkirnih mjesta .....	2
2.1.2. Autonomno manevriranje.....	2
2.1.3. Prepoznavanje prepreka.....	2
2.1.4. Komunikacija s vozačem .....	2
2.2. Prednosti automatskog parkiranja .....	3
2.2.1. Praktičnost .....	3
2.2.2. Ušteda vremena.....	3
2.2.3. Poboljšana sigurnost.....	3
2.2.4. Optimizacija prostora.....	3
2.3. Komponente sustava automatskog parkiranja .....	4
2.3.1. Senzor.....	4
2.3.2. Softver .....	4
2.3.3. Upravljački sustav.....	4
2.4. Senzori su.....	5
2.4.1. Vrste senzora .....	6
2.4.1.1. Ultrazvučni senzori .....	6
2.4.1.2. Radarski senzor .....	7
2.4.1.3. LiDAR senzor .....	8
2.5. Softver .....	9
2.5.1. Sistemski softver .....	10
2.5.2. Aplikacijski softver.....	10
2.5.3. Razvojni softver .....	10
2.6. Upravljački sustav .....	11
2.6.1. Komponente upravljačkog sustava.....	12
2.6.1.1. Senzor .....	12
2.6.1.2. Aktuatori .....	12
2.6.1.3. Procesor.....	12
2.6.1.4. Komunikacijski sustava .....	12



2.6.1.5.	Softver.....	12
2.6.2.	Funkcije upravljačkog sustava .....	14
2.6.2.1.	Praćenje i nadzor .....	14
2.6.2.2.	Regulacija .....	14
2.6.2.3.	Automatizacija .....	14
2.6.2.4.	Sigurnost .....	14
3.	Izrađen programski rad .....	15
3.1.	Opis funkcioniranja sustava za automatsko parkiranje .....	16
3.1.1.	Korištenje senzora i provjera uvjeta za parkiranje .....	16
3.2.	Početak parkiranja.....	17
3.2.1.	Naprijed vožnja .....	17
3.2.2.	Zaustavljanje .....	17
3.3.	Prebacivanje u rikverc .....	18
3.3.1.	Vožnja unatrag .....	18
3.3.2.	Manevriranje.....	19
3.4.	Finalno parkiranje.....	20
3.4.1.	Poravnanje vozila .....	20
3.4.2.	Zaustavljanje .....	20
3.5.	Komponente programskog rada .....	21
3.6.	OR Gate .....	21
3.6.1.	Tablica logike funkcije OR .....	22
3.7.	AND Gate.....	23
3.7.1.	Tablica logike funkcije AND .....	24
3.8.	Input.....	25
3.9.	Output.....	26
3.10.	Latching relay .....	27
3.10.1.	Logička tablica latching relay .....	28
3.11.	Analog inputs .....	29
3.11.1.	Od električnog signala do analogne vrijednosti.....	29
3.12.	Sljedeći dijagram ilustrira ovaj redoslijed događaja .....	30
3.12.1.	Dobit .....	31
3.12.2.	Pomak nulte točke .....	31
3.12.3.	Analogna vrijednost.....	31

<b>3.13.</b>	<b>Analog threshold trigger</b> .....	32
<b>3.14.</b>	<b>Off-delay</b> .....	33
<b>3.15.</b>	<b>Message text</b> .....	34
<b>3.16.</b>	<b>Usporedba s Tesla sustavom za automatsko parkiranje</b> .....	36
<b>3.16.1.</b>	<b>Ključne funkcionalnosti Tesla sustava</b> .....	37
<b>3.16.1.1.</b>	<b>Automatsko prepoznavanje parkirni mjesta</b> .....	37
<b>3.16.1.2.</b>	<b>Intuitivno korisničko sučelje</b> .....	37
<b>3.16.1.3.</b>	<b>Napredni algoritmi</b> .....	38
<b>3.16.1.4.</b>	<b>Integracija s autopilotom</b> .....	38
<b>3.17.</b>	<b>Rezime</b> .....	39
<b>3.18.</b>	<b>Usporedba napravljenog programa s Tesla sustavom</b> .....	40
<b>3.18.1.</b>	<b>Funkcionalnost</b> .....	40
<b>3.18.1.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	40
<b>3.18.1.2.</b>	<b>Tesla</b> .....	40
<b>3.18.2.</b>	<b>Performanse</b> .....	40
<b>3.18.2.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	40
<b>3.18.2.2.</b>	<b>Tesla</b> .....	40
<b>3.18.3.</b>	<b>Korisničko iskustvo</b> .....	40
<b>3.18.3.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	40
<b>3.18.3.2.</b>	<b>Tesla</b> .....	40
<b>3.19.</b>	<b>Usporedba s BMW sustavom za automatsko parkiranje</b> .....	41
<b>3.19.1.</b>	<b>Ključne funkcionalnosti BMW sustava</b> .....	42
<b>3.19.1.1.</b>	<b>Automatsko prepoznavanje parkirnog mjesta</b> .....	42
<b>3.19.1.2.</b>	<b>Ultrazvučni senzori i kamere</b> .....	42
<b>3.19.1.3.</b>	<b>Automatsko upravljanje</b> .....	43
<b>3.19.1.4.</b>	<b>Integracija sa sustavom za pomoć vozaču</b> .....	43
<b>3.19.1.5.</b>	<b>Pomoć pri izlasku iz parkirnog mjesta</b> .....	43
<b>3.20.</b>	<b>Rezime</b> .....	44
<b>3.21.1.</b>	<b>Prepoznavanje parkirnog mjesta</b> .....	45
<b>3.21.1.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	45
<b>3.21.1.2.</b>	<b>BMW</b> .....	45
<b>3.21.2.</b>	<b>Tehnologija senzora</b> .....	45
<b>3.21.2.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	45

<b>3.21.3.</b>	<b>Automatizacija parkiranja</b> .....	46
<b>3.21.3.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	46
<b>3.21.3.2.</b>	<b>BMW</b> .....	46
<b>3.21.4.</b>	<b>Sigurnosne funkcije</b> .....	46
<b>3.21.4.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	46
<b>3.21.4.2.</b>	<b>BMW</b> .....	46
<b>3.22.</b>	<b>Usporedba s Audi sustavom za automatsko parkiranje</b> .....	47
<b>3.22.1.</b>	<b>Ključne funkcionalnosti Audi sustava</b> .....	48
<b>3.22.1.1.</b>	<b>Automatsko prepoznavanje parkirnog mjesta</b> .....	48
<b>3.22.1.2.</b>	<b>Ultrazvučni senzori i kamere</b> .....	48
<b>3.22.1.3.</b>	<b>Automatsko upravljanje</b> .....	48
<b>3.22.1.4.</b>	<b>Integracija sa sustavom za pomoć vozaču</b> .....	49
<b>3.22.1.5.</b>	<b>Pomoć pri izlasku iz parkirnog mjesta</b> .....	49
<b>3.23.</b>	<b>Rezime</b> .....	50
<b>3.24.</b>	<b>Usporedba napravljenog programa i Audi sustava</b> .....	51
<b>3.24.1.</b>	<b>Prepoznavanje parkirnog mjesta</b> .....	51
<b>3.24.1.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	51
<b>3.24.1.2.</b>	<b>Audi</b> .....	51
<b>3.24.2.</b>	<b>Tehnologija senzora</b> .....	51
<b>3.24.2.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	51
<b>3.24.2.2.</b>	<b>Audi</b> .....	51
<b>3.24.3.</b>	<b>Automatizacija parkiranja</b> .....	52
<b>3.24.3.1.</b>	<b>Izrađen sustav</b> .....	52
<b>3.24.3.2.</b>	<b>Audi</b> .....	52
<b>3.24.4.</b>	<b>Sigurnosne funkcije</b> .....	52
<b>3.24.4.1.</b>	<b>Izrađen sustav.</b> .....	52
<b>3.24.4.2.</b>	<b>Audi</b> .....	52
<b>4.</b>	<b>Zaključak</b> .....	53
<b>5.</b>	<b>Literatura</b> .....	55

## Popis slika:

Slika 1. Senzori u autu [9].....	3
Slika 2. Ultrazvučni senzor [12] .....	4
Slika 3. Radarski senzor [15].....	5
Slika 4. LiDAR senzor [17].....	6
Slika 5. Softver [21] .....	7
Slika 6. Upravljački sustav [5].....	9
Slika 7. Aktuatori [26].....	11
Slika 8. Procesor[29] .....	11
Slika 9. Komunikacijski sustav [30].....	11
Slika 10. Automatsko parkiranje vozila .....	15
Slika 11. Početak parkiranja [31] .....	16
Slika 12. Zaustavljanje vozila [33].....	17
Slika 13. Rikverc vožnja [33].....	18
Slika 14. Manevriranje [33].....	19
Slika 15. Završetak parkiranja [33] .....	20
Slika 16. OR Gate simbol [37] .....	21
Slika 17. OR Gate [38].....	21
Slika 18. AND Gate simbol [37] .....	23
Slika 19. AND Gate [39].....	23
Slika 20. Input [40].....	25
Slika 21. Output [41] .....	26
Slika 22. Latching relay [42].....	27
Slika 23. Analog input [43] .....	29

Slika 24. Diagram analog inputa [36].....	30
Slika 25. Graf analog inputa [36] .....	31
Slika 26. Message text [44].....	34
Slika 27. Tesla sustav automatskog parkiranja [47] .....	36
Slika 28. BMW sustav automatskog parkiranja [49].....	41
Slika 29. Audi sustav automatskog parkiranja [52] .....	46

## Popis tablica:

Tablica 1. Tablica logike funkcije OR [36].....	22
Tablica 2. Tablica logike funkcije AND [36].....	24
Tablica 3. Latching relay [36] .....	27
Tablica 4. Logička funkcija Latching [36] .....	28
Tablica 5. Analog threshold trigger[36].....	32
Tablica 6. Off-delay [36].....	33
Tablica 7. Message text [36] .....	35

## 1. Uvod

Automatsko parkiranje vozila predstavlja jedan od najzanimljivijih aspekata suvremene automobilske tehnologije. Ovi napredni sustavi koriste se za autonomno izvršavanje parkirnih manevara koristeći senzore, kamere i složene algoritme. Kombinacija ovih tehnologija omogućuje vozilima da precizno detektiraju parkirna mjesta, samostalno manevriraju i parkiraju, čime se značajno unapređuje praktičnost vožnje i korisničko iskustvo.

Razvoj automatskog parkiranja ima dubok utjecaj na način na koji se promet doživljava i koristi. Suvremeni automobili opremljeni ovom tehnologijom mogu samostalno prepoznati slobodna parkirna mjesta, što olakšava vozačima proces traženja i parkiranja. Osim toga, ovi sustavi doprinose poboljšanju sigurnosti na cestama jer smanjuju rizik od sudara prilikom parkiranja i manevriranja u skućenim prostorima.

Prednost automatskog parkiranja uključuje i optimizaciju korištenja prostora na parkiralištima, što je osobito važno u urbanim sredinama gdje je prostor za parkiranje često ograničen. Smanjenje stresa vozača također je značajan faktor, jer ovi sustavi preuzimaju odgovornost za precizno upravljanje vozilom tijekom parkiranja, oslobađajući vozače koncentracije na druge aspekte vožnje.

U ovom radu detaljno će se istražiti koncept automatskog parkiranja vozila, njegove ključne komponente poput senzora i kamera te napredne algoritme koji omogućuju autonomno parkiranje. Analizirat će se funkcionalnosti, prednosti i izazovi ovih sustava, uz usporedbu s rješenjima vodećih proizvođača automobila kao što su Tesla, BMW i Audi. Kroz sveobuhvatni pregled tehnologije automatskog parkiranja, rad će identificirati mogućnosti za daljnji razvoj i primjenu ove inovativne tehnologije u budućnosti.

Kroz ovu analizu cilj je pružiti sveobuhvatan pregled tehnologije automatskog parkiranja vozila, razjasniti njegove tehničke aspekte i prednosti, te identificirati područja za daljnji razvoj i poboljšanje. Zaključuje se da automatsko parkiranje značajno doprinosi praktičnosti, uštedi vremena i sigurnosti u prometu, unatoč nekim tehničkim izazovima.

## 2. Funkcionalnosti sustava automatskog parkiranja

Ustavi automatskog parkiranja nude niz funkcionalnosti koje olakšavaju proces parkiranja. Ovi sustavi koriste napredne senzore, kamere i algoritme kako bi preuzeli kontrolu nad vozilom i osigurali sigurno i precizno parkiranje. U nastavku ćemo opisati glavne funkcionalnosti ovih sustava.

**2.1.1. Detekcija parkirnih mjesta.** Sustav može automatski prepoznati dostupna parkirna mjesta dok vozilo prolazi kroz parkiralište.<sup>1</sup>Senzori i kamere analiziraju dimenzije i položaj potencijalnog parkirnog mjesta te odabiru najprikladnije.

**2.1.2. Autonomno manevriranje.** Nakon odabira parkirnog mjesta, sustav preuzima kontrolu nad vozilom i izvodi sve potrebne manevre. Ovo uključuje precizno upravljanje volanom, dodavanjem gasa i kočenje kako bi se vozilo sigurno i precizno parkiralo.

**2.1.3. Prepoznavanje prepreka.** Tijekom parkiranja, sustav kontinuirano prati okolinu vozila.<sup>2</sup>Ako detektira prepreke na putu, kao što su pješaci ili druga vozila, sustav automatski zaustavlja vozilo i čeka dok se prepreka ne ukloni.

**2.1.4. Komunikacija s vozačem.** Sustav pruža korisničko sučelje koje vozača informira o statusu parkiranja i daje potrebne upute.<sup>3</sup>Na primjer, vozač može biti obaviješten da prebacuje vozilo iz vožnje unaprijed u rikverc ili da potvrdi završetak parkiranja.

---

<sup>1</sup> Polovniautomobili, Sistem za automatsko parkiranje <https://www.polovniautomobili.com/auto-vesti/saveti/6398/sistem-za-automatsko-parkiranje> 06.05.2024

<sup>2</sup> ML truck, Automatsko parkiranje <https://hr.ml-vehicle.com/info/automatic-parking-83115832.html> 06.05.2024

<sup>3</sup> Tesla <https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/hr/hr/GUID-0C763E08-D0B8-4404-8180-1054F635C08C.html> 06.05.2024



## **2.2. Prednosti automatskog parkiranja**

Sustavi automatskog parkiranja donose brojne prednosti koje poboljšavaju iskustvo parkiranja za vozače, štede vrijeme i povećavaju sigurnost. Ove prednosti čine automatsko parkiranje vrlo korisnom tehnologijom, osobito u urbanim sredinama gdje su prostori za parkiranje ograničeni. U nastavku ćemo opisati glavne prednosti automatskog parkiranja.

**2.2.1. Praktičnost.** Vozači više ne moraju brinuti o pronalasku parkirnih mjesta i izvedbi parkirnih manevara, što posebno olakšava parkiranje u uskim i gužvovitim prostorima.

**2.2.2. Ušteda vremena.** Automatski sustavi parkiranja smanjuje vrijeme potrebno za parkiranje vozila, što je korisno u užurbanim urbanim sredinama gdje je vrijeme dragocjeno.

**2.2.3. Poboljšana sigurnost.** Senzori i kamere pružaju detaljnije informacije o okolini vozila nego što vozač može percipirati golim okom, smanjujući rizik od sudara i oštećenja vozila ili imovine.

**2.2.4. Optimizacija prostora.** Automatski sustavi parkiranja omogućuje preciznije parkiranje, što može povećati kapacitet parkirnih prostora i omogućiti učinkovitije korištenje dostupnog prostora.

### **2.3. Komponente sustava automatskog parkiranja**

Sustav automatskog parkiranja koriste kombinaciju različitih tehnologija za precizno manevriranje vozilom u parkirno mjesto. Ključne komponente uključuju senzore, kamere, napredne algoritme i sustave za obradu podataka.

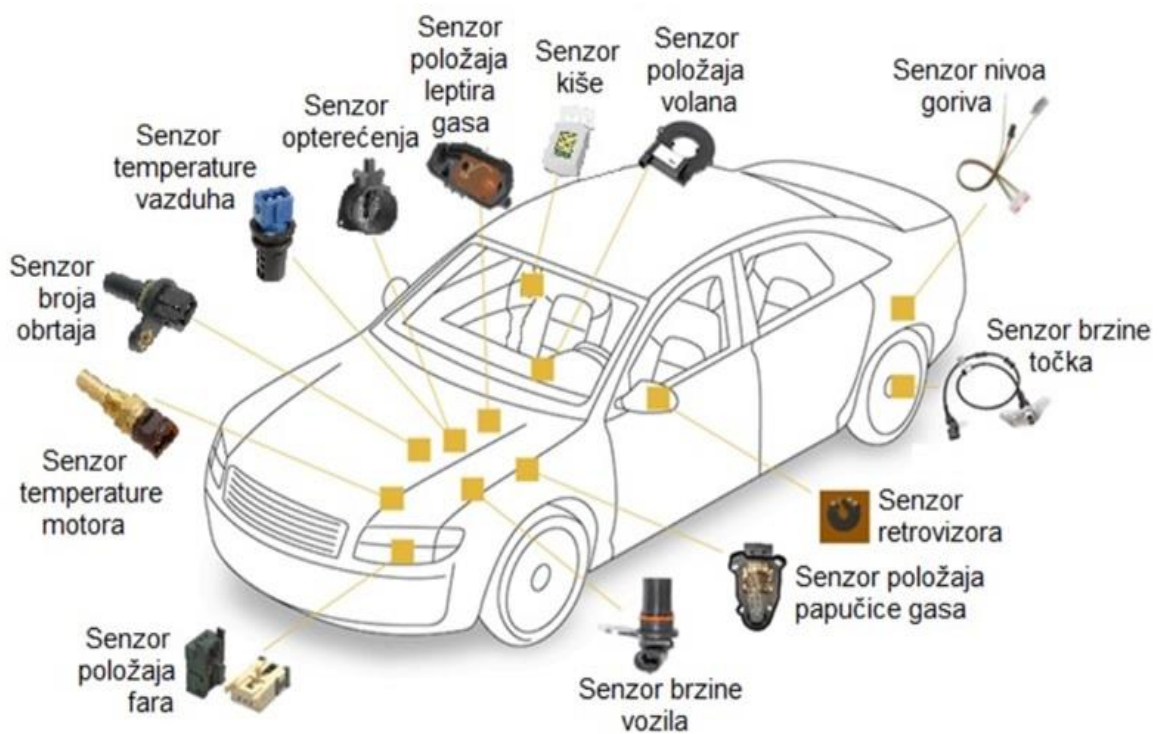
**2.3.1. Senzori.** Senzori su ključni za detekciju okoline vozila. Najčešće korišteni senzori uključuju ultrazvučne senzore, radare i LiDAR (Light Detection and Ranging) senzore. Ovi senzori omogućuju vozilu prepoznavanje objekata i prepreka u blizini te mjerenje udaljenosti od njih

**2.3.2. Softver.** Softver je mozak sustava automatskog parkiranja. Koristeći podatke sa senzora i kamera, softver donosi odluke o najboljim manevrima za parkiranje vozila. Ovdje se koristi napredni algoritam za obradu podataka i donošenje odluka u stvarnom vremenu

**2.3.3. Upravljački sustav.** Upravljački sustav vozila, uključujući sustave za upravljanje volanom, kočnicama i ubrzanjem, integrirani su sa softverom za automatsko parkiranje. To omogućuje vozilu da autonomno izvršava potrebne manevre za parkiranje.

## 2.4. Senzori su

Senzori su uređaji ili komponenti koji detektiraju promjene u okruženju i pretvaraju te informacije u signale koje može očitati drugi uređaj ili sustav.<sup>4</sup>Ovi signali mogu biti električni, optički, zvučni ili neki drugi oblik signala, ovisno o vrsti senzora i njegovoj primjeni. Senzori su ključni elementi u brojnim tehnološkim sustavima, uključujući automatsko parkiranje vozila, gdje igraju vitalnu ulogu u pružanju informacija o okolini vozila. (Slika 1)



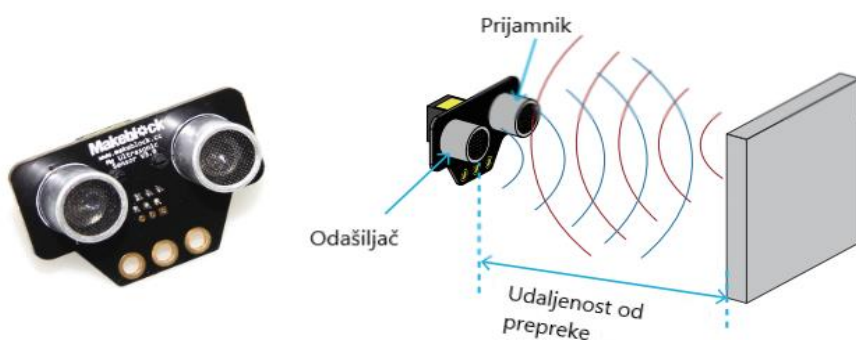
Slika 1 Predodžba senzora ugrađenih u komercijalno vozilo [9]

<sup>4</sup> Svafizika, Senzori <https://svafizika.org/2019/10/19/sta-su-senzori-i-cemu-sluzbe/> 03.05.2024

## 2.4.1. Vrste senzora

Kroz različite metode detekcije i mjerenja, senzori pružaju neophodne podatke za funkcionalnost brojnih sustava. U nastavku ćemo razmotriti tri glavne vrste senzora koji se često koriste u raznim industrijama i aplikacijama: ultrazvučni senzori, radarski senzori i LiDAR senzori.

**2.4.1.1. Ultrazvučni senzori.** Koriste zvučne valove visoke frekvencije za otkrivanje objekata i mjerenje udaljenosti od njih. Često se koriste u automobilima za pomoć pri parkiranju i detekciju prepreka. (Slika 2)



Slika 2 Ultrazvučni senzor i način funkcioniranja [12]

**2.4.1.2. Radarski senzor.** Emitiraju radio valove i mjere reflektirane signale kako bi odredili udaljenost, brzinu i smjer objekata.<sup>5</sup>Koriste se u automobilskoj industriji za sustave kao što su prilagodljivi tempomat i detekcija mrtvih kutova. (Slika 3)

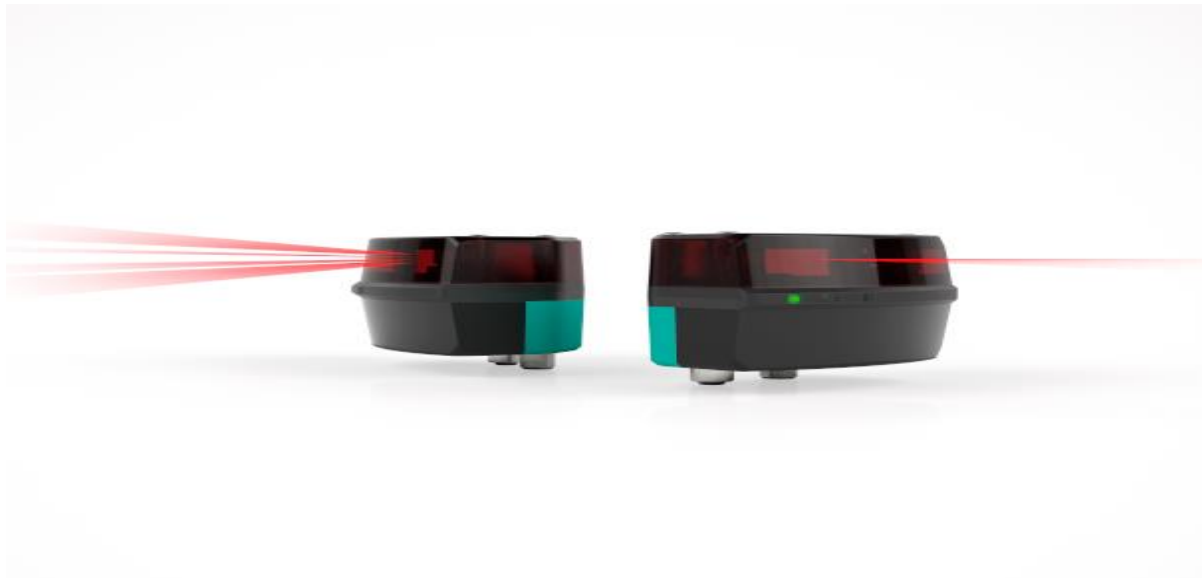


Slika 3 Radarski senzor [15]

---

<sup>5</sup> Ifm, Tehnologija radarskih senzora i područja primjene  
<https://www.ifm.com/hr/hr/shared/technologies/radar/radar-technology> 03.05.2024

**2.4.1.3. LiDAR senzor.** Koristi laserske zrake za mjerenje udaljenosti od objekata, stvarajući precizne trodimenzionalne mape okoline.<sup>6</sup>Često se koriste u autonomnim vozilima i sustavima za mapiranje terena. (Slika 4)

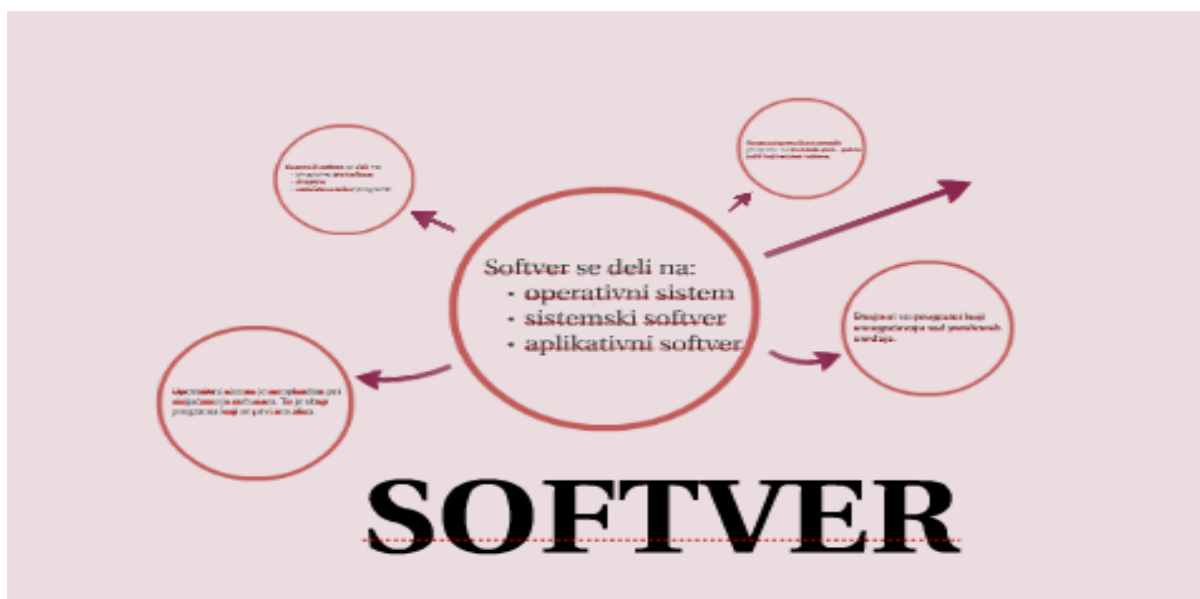


Slika 4 Optički mjerni instrument LiDAR [17]

---

<sup>6</sup> Tehnomehanik, LiDAR <https://www.tehnomehanik.com/blog/lidar-sustavi-i-3d-skeneri-2/> 03.05.2024

**2.5. Softver.** Softver (Slika 5) je skup instrukcija, podataka ili programa koji upravljaju računalima i omogućuje im izvršavanje specifičnih zadataka.<sup>7</sup>Za razliku od hardvera, koji se odnosi na fizičke komponente računala,<sup>8</sup>softver je ne materijalan i može se pohraniti, prenositi i izvršavati na različitim računalnim sustavima. Softver se može kategorizirati u nekoliko glavnih vrsta, ovisno o njegovoj namjeni i funkcionalnosti.



Slika 5 Slikovni prikaz podjele softvera [21]

<sup>7</sup> TechTarget, Software <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/software> 03.05.2024

<sup>8</sup> TechTarget, Software <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/software> 03.05.2024

**2.5.1.       Sistemske softver.** Sistemske softver upravlja osnovnim funkcijama računalnog sustava i omogućuje rad svih ostalih vrsta softvera.<sup>9</sup>Najvažniji dio sistemskog softvera je operacijski sustav, poput Windowsa, macOS-a ili Linuxa, koji upravlja hardverskim resursima i pruža osnovne usluge za ostale programe.

**2.5.2.       Aplikacijske softver.** Aplikacijske softver omogućuje korisnicima izvođenje specifičnih zadataka ili aplikacija. Ovi programi su dizajnirani za korisnike i često imaju intuitivno sučelje.<sup>10</sup>

**2.5.3.       Razvojni softver.** Razvojni softver pruža alate i okruženja koji programeri koriste za pisanje, testiranje i održavanje programskog koda.<sup>11</sup>

---

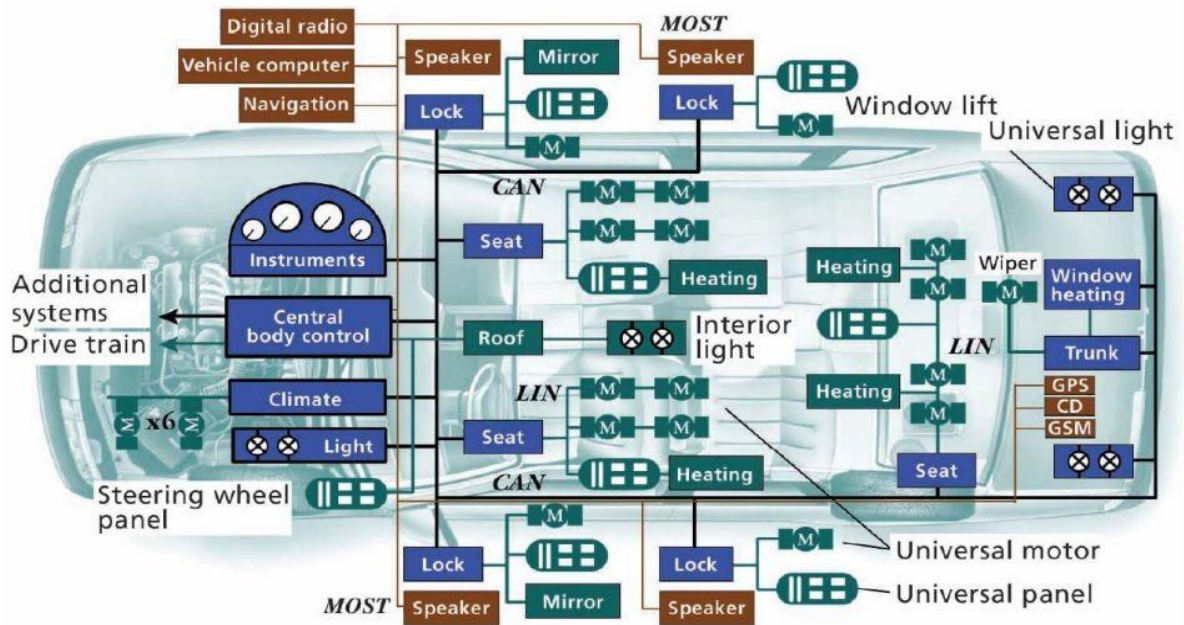
<sup>9</sup> TechTarger, Software <https://www.techtarger.com/searchapparchitecture/definition/software> 03.05.2024

<sup>10</sup> TechTarger, Software <https://www.techtarger.com/searchapparchitecture/definition/software> 03.05.2024

<sup>11</sup> TechTarger, Software <https://www.techtarger.com/searchapparchitecture/definition/software> 03.05.2024



**2.6. Upravljački sustav.** Upravljački sustav (Slika 6) je skup hardverskih i softverskih komponenta dizajniranih za kontrolu, upravljanje i automatizaciju određenih procesa ili sustava. Upravljački sustavi se široko primjenjuju u industriji, prometu, kućnim uređajima i mnogim drugim područjima. Cilj upravljačkog sustava je osigurati optimalno i učinkovito funkcioniranje sustava pod njegovom kontrolom.



Slika 6 Upravljački sustav komercijonalnih vozila [5]

## 2.6.1. Komponente upravljačkog sustava

Upravljački sustavi su temeljni elementi mnogih automatiziranih procesa, omogućujući precizno upravljanje i koordinaciju različitih uređaja i senzora. Ove sustave čine različite komponente koje zajedno rade na prikupljanju podataka, njihovoj obradi i izvršavanju potrebnih akcija. U nastavku ćemo opisati glavne komponente upravljačkog sustava: senzore, aktuatore, procesore, komunikacijske sustave i softver.

**2.6.1.1. Senzor.** Senzor prikupljaju podatke iz okoline i šalju ih upravljačkom sustavu. Ovi podatci mogu uključivati temperaturu, tlak, brzinu, položaj i mnoge druge parametre.

**2.6.1.2. Aktuatori.** Aktuatori (Slika 7) su uređaji koji izvršavaju naredbe upravljačkog sustava. Oni pretvaraju električne signale u fizičke akcije,<sup>12</sup> kao što su pokretanje motora, otvaranje ventila ili promjena smjera stojeva.

**2.6.1.3. Procesor.** Procesor (Slika 8) obrađuje podatke koje prima od senzora i generira odgovarajuće naredbe za aktuatore.<sup>13</sup> To može biti jednostavan mikroprocesor ili složeno računalo ovisno o složenosti sustava.

**2.6.1.4. Komunikacijski sustava.** (Slika 9) Ovi sustavi omogućuju razmjenu informacija između različitih komponenti upravljačkog sustava, kao i između upravljačkog sustava i vanjskog svijeta. To može uključivati žičane i bežične mreže.<sup>14</sup>

**2.6.1.5. Softver.** Softver upravljačkog sustava uključuje algoritme i programe koji analiziraju podatke, donose odluke i upravljaju radom aktuatora. Softver može biti specifičan za određeni sustav i često je prilagođen specifičnim potrebama aplikacije.

---

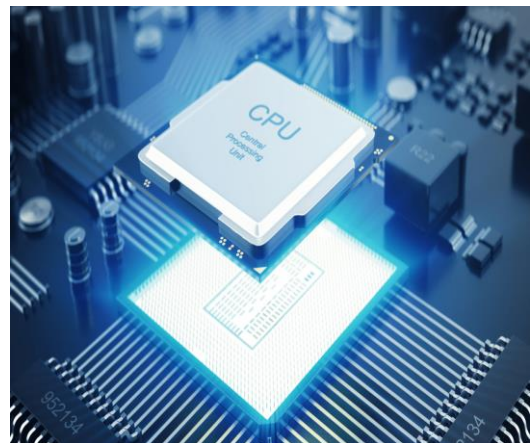
<sup>12</sup> Enciklopedija, Aktuator <https://www.enciklopedija.hr/clanak/aktuator> 05.05.2024

<sup>13</sup> DIR.HR, Što je CPU (Procesor) i koje su mu 3 komponente <https://dir.hr/sto-je-cpu/> 05.05.2024

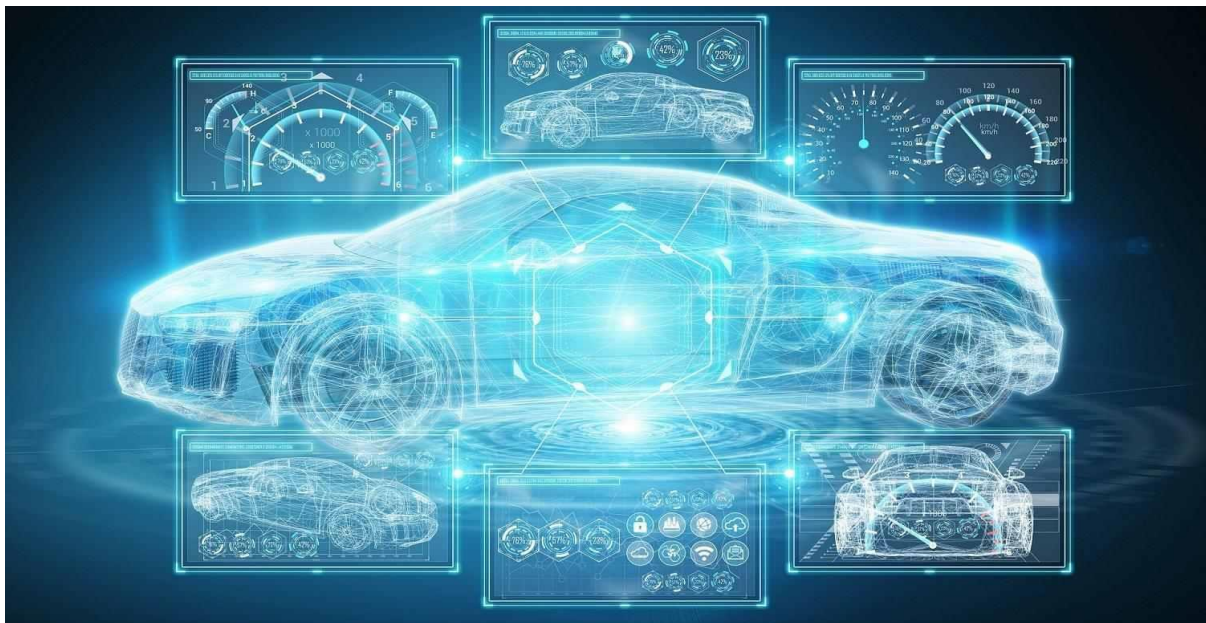
<sup>14</sup> GlobalLogic, Komunikacijski sustav <https://www.globallogic.com/hr/work/razvoj-mcal-komunikacijskih-modula-za-napredne-automotive-mikrokontrolere/> 05.05.2024



Slika 7 Aktuatori [26]



Slika 8 Procesor [29]



Slika 9 Komunikacijski sustav komponenta [30]

## **2.6.2. Funkcije upravljačkog sustava**

Upravljački sustavi imaju ključnu ulogu u održavanju i optimizaciji različitih procesa i sustava. Njihove funkcije uključuju praćenje i nadzor, regulaciju, automatizaciju i sigurnost. Ove funkcije omogućuju učinkovito upravljanje i osiguravaju pouzdanost sustava.

**2.6.2.1. Praćenje i nadzor.** Upravljački sustavi kontinuirano prate stanje procesa ili sustava koristeći podatke iz senzora. Na primjer, sustav za kontrolu brzine prate vrijednosti brzine i osiguravaju da ostanu unutar zadanih granica.

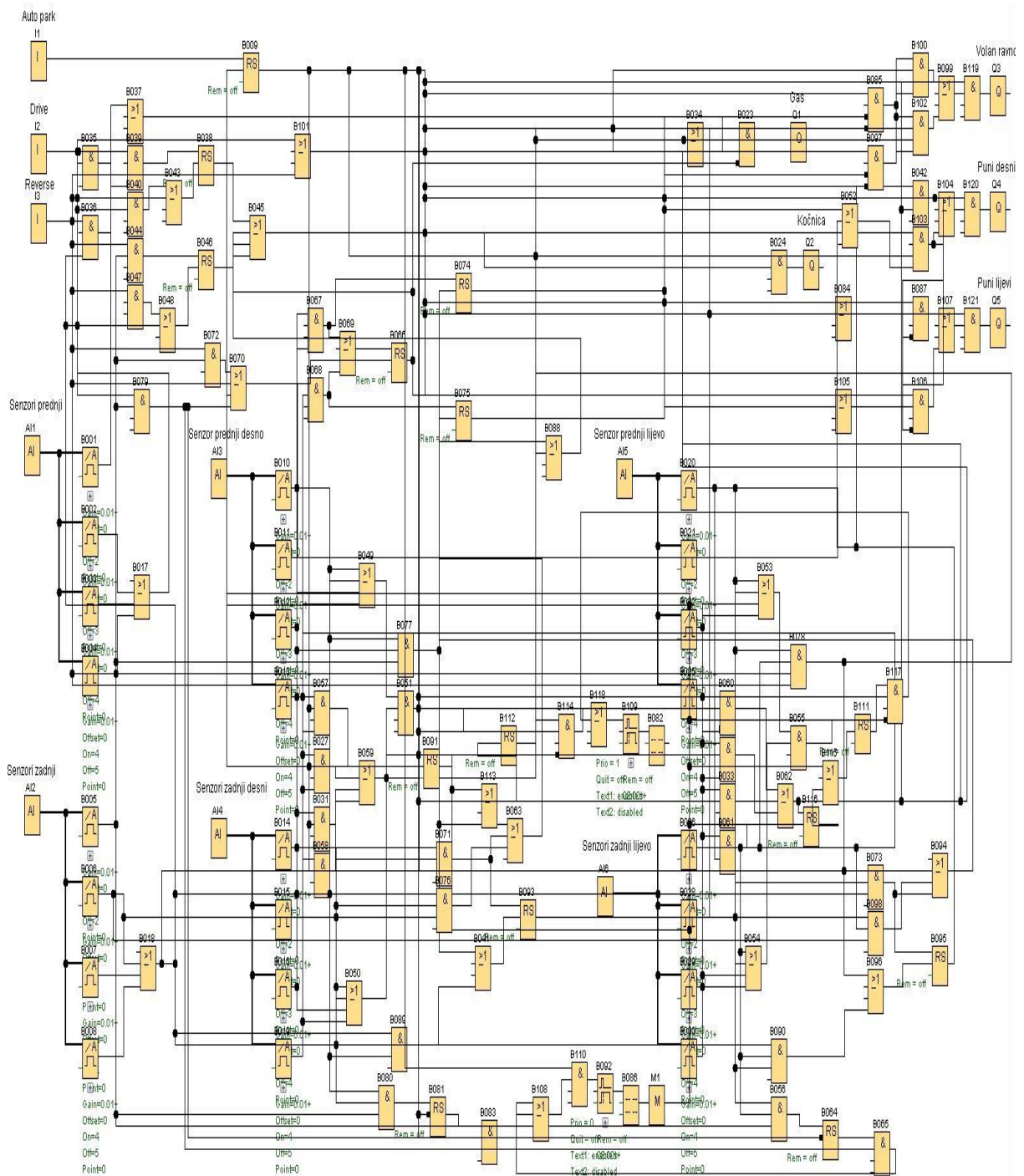
**2.6.2.2. Regulacija.** Upravljački sustav reguliraju rad uređaja i procesa kako bi postigli željenu performanse. Na primjer, sustav za regulaciju brzine motora prilagođava napajanje motora kako bi održao konstantnu brzinu.

**2.6.2.3. Automatizacija.** Upravljački sustavi automatiziraju rutinsku i ponavljajuće zadatke, čime povećavaju učinkovitost i smanjuju mogućnost ljudskih pogrešaka.

**2.6.2.4. Sigurnost.** Upravljački sustavi često uključuju sigurnosne funkcije koje štite ljude i opremu od opasnosti.

### 3. Izrađen programski rad

Mehatronički sustav za upravljanje automatskim parkiranjem vozila (Slika 10)



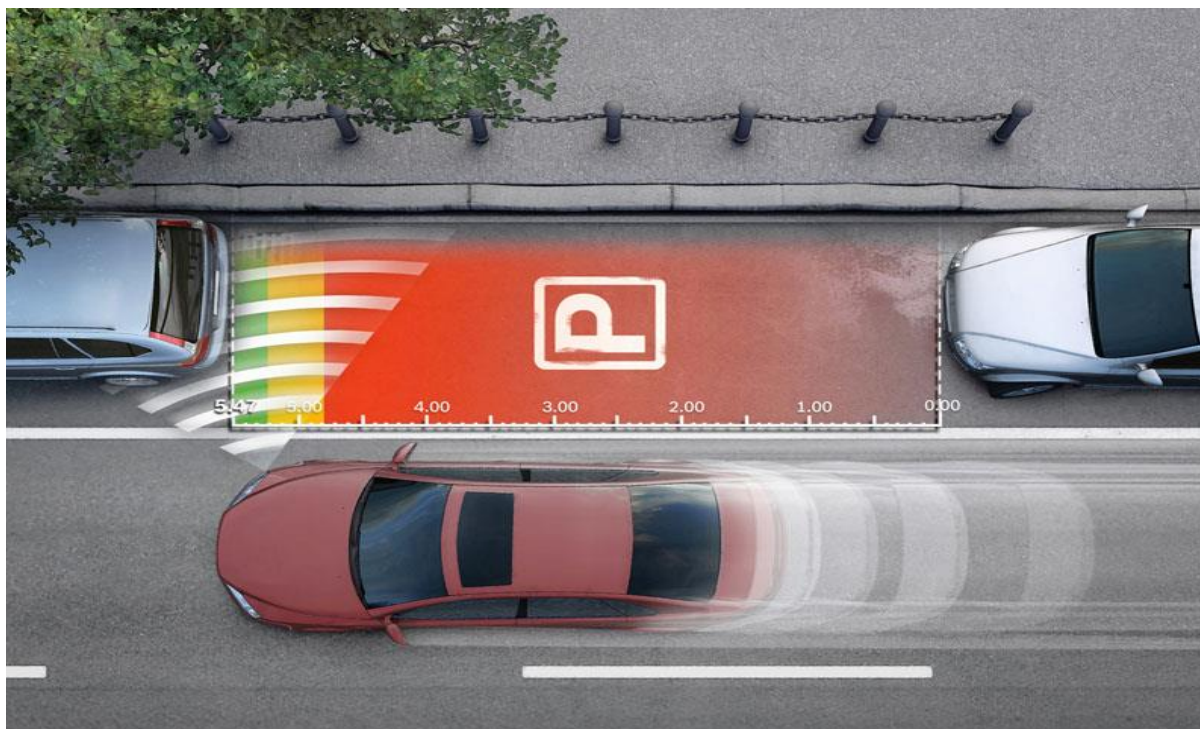
Slika 10 Mehatronički sustav za upravljanje automatskim parkiranjem vozila

### 3.1. Opis funkcioniranja sustava za automatsko parkiranje

Program za automatsko parkiranje vozila razvijen u Logosoftu funkcionira na način da prvo vizualno identificiramo bočno parkirno mjesto. Kada je vozilo pravilno pozicionirano pored potencijalnog parkirnog mjesta, vozač pritisne gumb auto park. U tom trenutku, aktiviraju se bočni senzori koji procjenjuju je li parkirno mjesto dovoljno prostrano za sigurno parkiranje. (Slika 11)

#### 3.1.1. Korištenje senzora i provjera uvjeta za parkiranje

Sustav započinje mjerenje dimenzija parkirnog mjesta i provjera jesu li unutar dozvoljenih parametara. Parametri su definirani kao (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 1-3, 2-3, 3-2), te ako je parkirno mjesto unutar tih parametara, sustav će prikazati poruku da se ne može parkirati. Međutim, ako su parametri parkirnog mjesta unutar dozvoljenih vrijednosti (4-4, 3-4, 4-3, 3-3), sustav će nastaviti s procesom parkiranja.



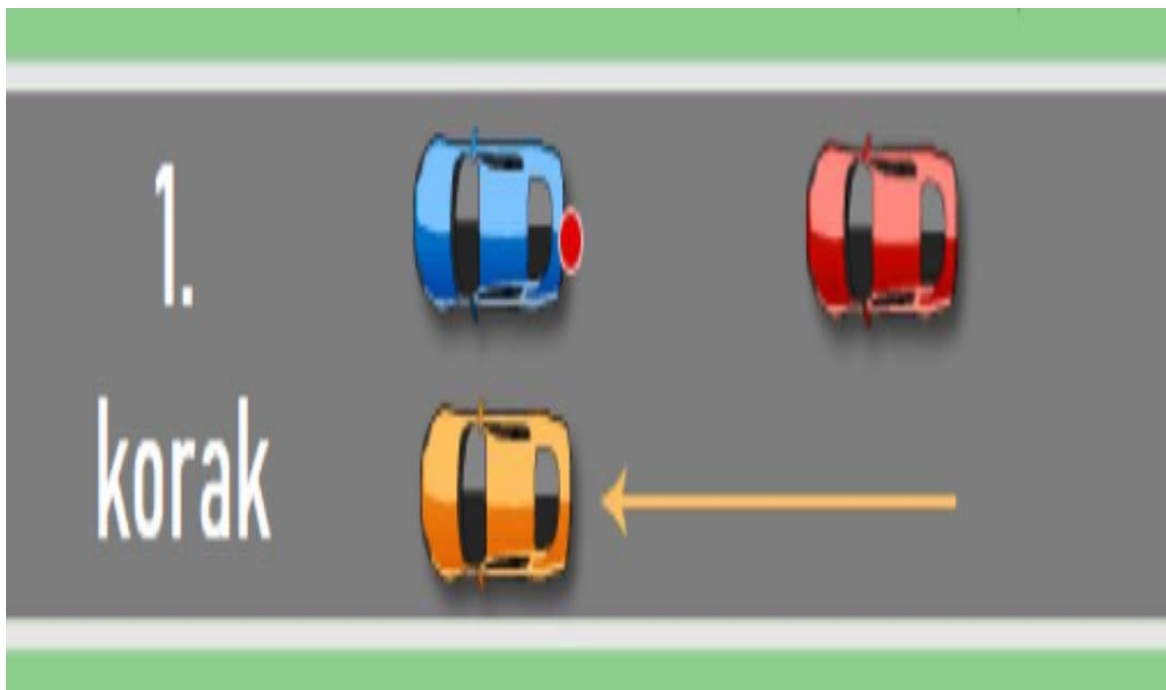
Slika 11 Početak parkiranja [31]

### 3.2. Početak parkiranja

Proces automatskog parkiranja započinje nakon što sustav identificira odgovarajuće parkirno mjesto. Tijekom ovog procesa, vozilo se samostalno kreće naprijed, detektira prepreke i zaustavlja se kada je potrebno. Ovaj postupak osigurava precizno i sigurno parkiranje.

**3.2.1. Naprijed vožnja.** (Slika 12) Vozilo samostalno počinje davati gas i polako se kretati naprijed. Ako senzori detektiraju prepreku ispred vozila, sustav aktivira kočnice zaustavlja vozilo dok se prepreka ne ukloni. Kada prepreka nestane sustav automatski otpušta kočnice i nastavlja vožnju prema naprijed sve dok bočni senzori ne detektiraju vozilo ili objekt na parkirnom mjestu (parameter 1-1).

**3.2.2. Zaustavljanje.** Kada vozilo dosegne te granice, sustav aktivira kočnice i zaustavlja vozilo.



Slika 12 Zaustavljanje vozila na parametrima 1-1 [33]

### 3.3. Prebacivanje u rikverc

Nakon što vozilo uspješno detektira parkirno mjesto i zaustavi se, sljedeći korak je prebacivanje vozila u rikverc kako bi se završio proces parkiranja. Ovaj korak uključuje vožnju unatrag i precizno manevriranje kako bi vozilo bilo ispravno parkirano na odabrano mjesto.

- 3.3.1. Vožnja unatrag.** (Slika 13) Vozač tada prebacuje vozilo iz drive u reverse (rikverc) mod. Sustav počinje dodavati gas i upravlja volanom ovisno o strani parkirnog mjesta na kojem su senzori (1-1) aktivirani. Vozilo se kreće unatrag, a prednji dio vozila se udaljava od početnog parametra 1 sve dok ne dosegne parametar 3 dok zadnji dio vozila doseže parametar 2.



Slika 13 Vožnja unatrag do parametra 2-1-1 [33]



**3.3.2. Manevriranje.** Nakon toga sustav okreće volan u suprotnom stranu i nastavlja vožnju unazad. Vozilo se kreće unatrag sve dok prednji i stražnji bočni senzori ne detektiraju vrijednosti 1-1. (Slika 14)



Slika 14 Manevriranje između automobila [33]

### 3.4. Finalno parkiranje

Završni korak procesa automatskog parkiranja uključuje precizno poravnanje vozila na parkirnom mjestu i konačno zaustavljanje. Ovaj korak osigurava da je vozilo ispravno parkirano i spremno za isključivanje sustava.

**3.4.1. Poravnanje vozila.** Sustav tada poravnava volan. Ako zadnji senzori detektiraju vrijednost 2 vozilo nastavlja vožnju unazad uz ravnanje volana dok ne postigne parametar 1.

**3.4.2. Zaustavljanje.** Kada zadnji senzor postigne vrijednost 1 vozilo se zaustavlja. Vozač tada prebacuje vozilo iz reversa u drive mod, a na zaslonu se pojavljuje poruka parkirano što znači da je vozilo uspješno parkirano i sustav automatskog parkiranja se gasi. (Slika 15)



Slika 15 Završetak parkiranja [33]

### 3.5. Komponente programskog rada

Komponente koje je autor koristio pri izradi programskog rada su:

OR Gate, AND Gate, Input, Output, Latching relay, Analog input, Analog threshold trigger, OFF-delay, Message text. U nastavku ćemo objasniti sve pojedinačne komponente sa njihovim funkcijama i tablicama.

### 3.6. OR Gate

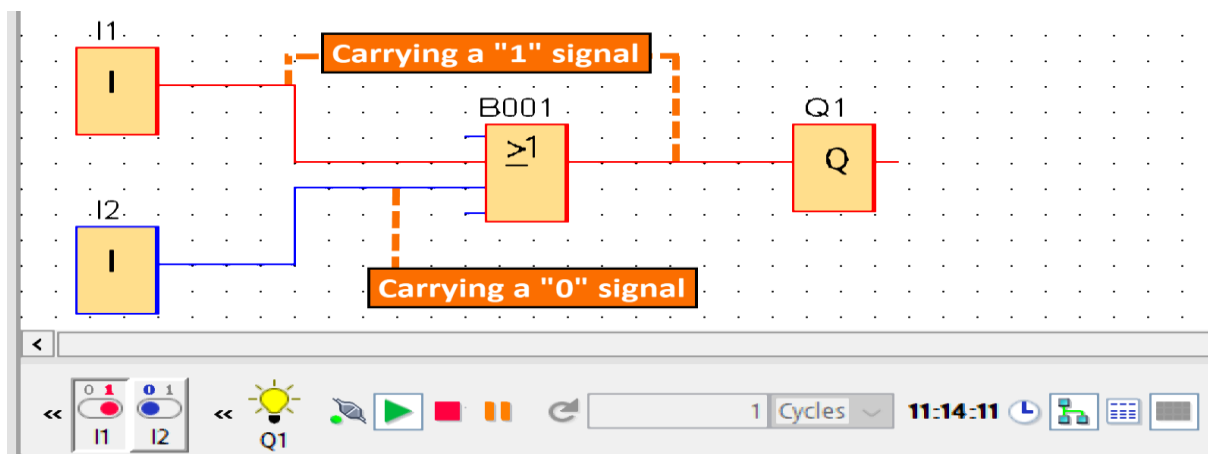
Izlaz funkcije OR je 1 ako je barem 1 ulaz 1 (zatvoreno). Dodjeljuje se ulaz bloka koji se ne koristi (x):  $x = 0$  (Slika 16, Slika 17)<sup>15</sup>

# OR



**1 if any input is 1**  
**0 if all inputs are 0**

Slika 16 OR Gate simbol [37]



Slika 17 OR Gate [38]

<sup>15</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 15.05.2024

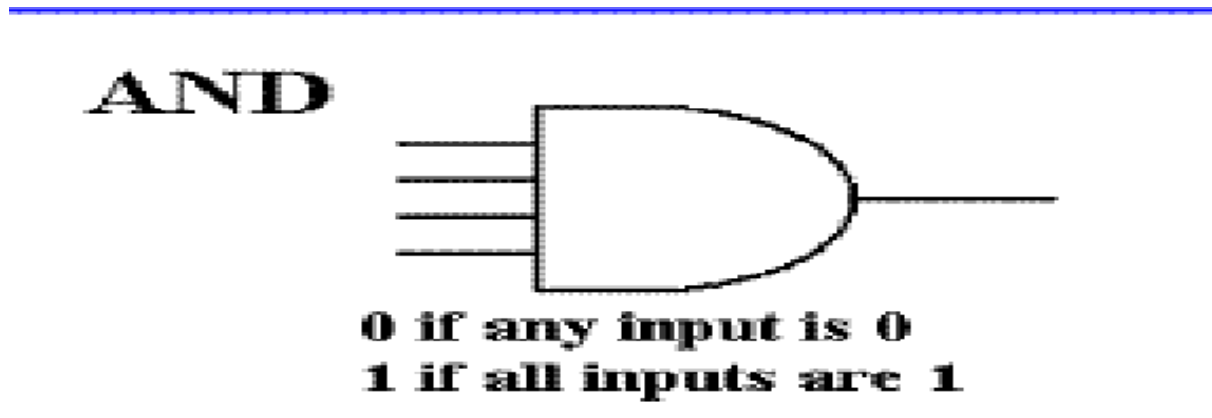
### 3.6.1. Tablica logike funkcije OR

Ulaz 1	Ulaz 2	Ulaz 3	Ulaz 4	Izlaz
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

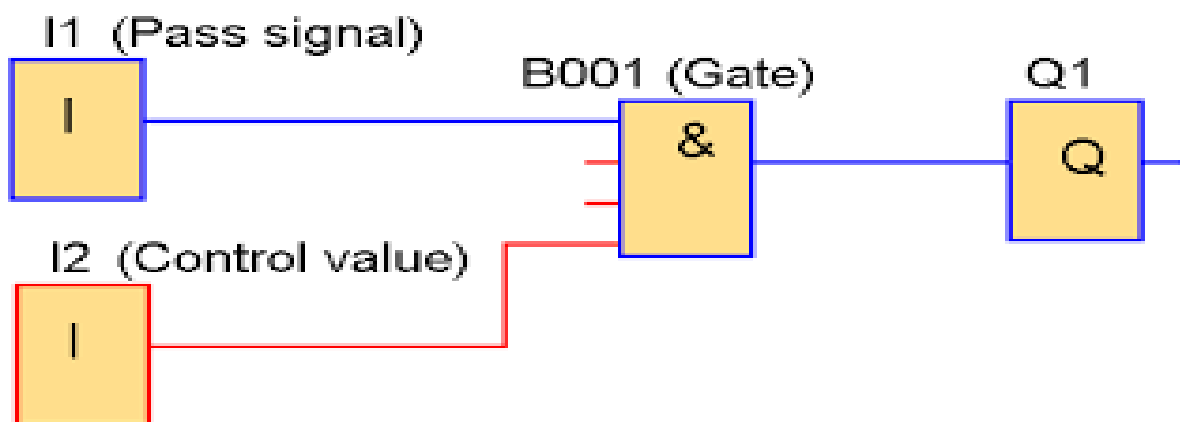
Tablica 1 [36]

### 3.7. AND Gate

Izlaz funkcije AND je samo 1 ako su svi ulazi 1, odnosno kada su zatvoreni. Dodjeljuje se blok ulaz koji se ne koristi (x):  $x = 1^{16}$  (Slika 18, Slika 19)



Slika 18 AND Gate simbol [37]



Slika 19 AND Gate [39]

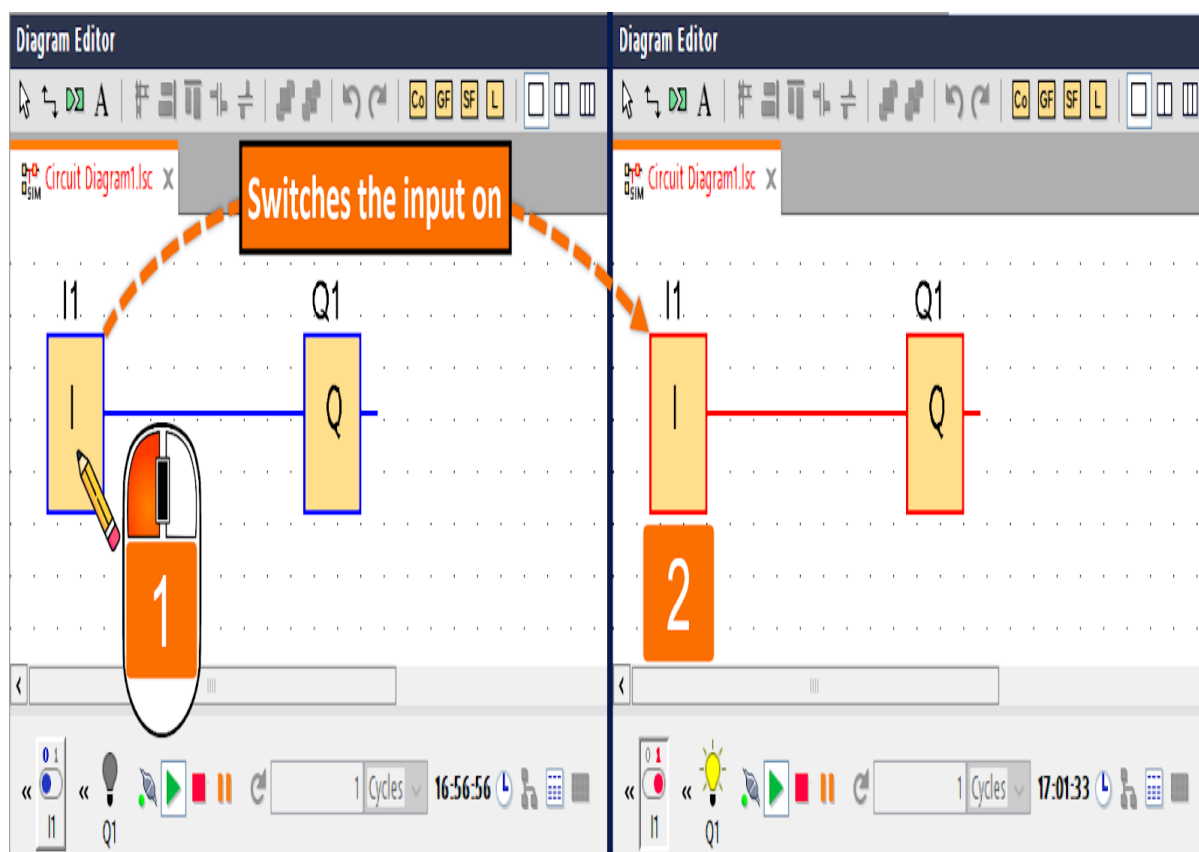
### 3.7.1. Tablica logike funkcije AND

Ulaz 1	Ulaz 2	Ulaz 3	Ulaz 4	Izlaz
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Tablica 2 [36]

### 3.8. Input

Ulazni blokovi predstavljaju ulazne terminale logotipa. Na raspolaganju su vam do 24 digitalna ulaza. U konfiguraciji bloka ulaznom bloku možete dodijeliti novi ulazni terminal, ako se ovaj terminal već ne koristi u programu kruga. <sup>17</sup>(Slika 20)

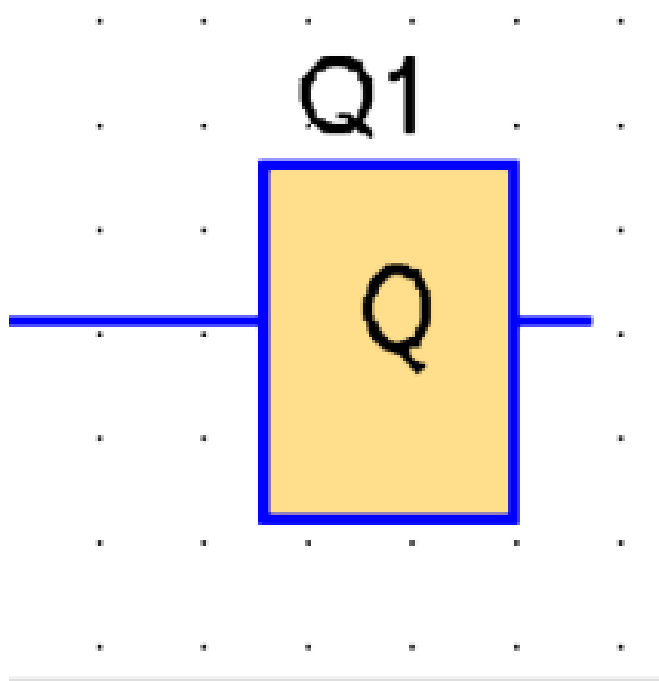


Slika 20 Sekvenca rada inputa [40]

### 3.9. Output

Izlazni blokovi predstavljaju izlazne terminale logotipa!. Možete koristiti do 20 izlaza. U konfiguraciji bloka možete dodijeliti izlaznom bloku novi terminal, pod uvjetom da se ovaj terminal već ne koristi u vašem programu kruga. Izlaz uvijek nosi signal prethodnog programskog ciklusa. Ta se vrijednost ne mijenja unutar trenutnog programskog ciklusa.

<sup>18</sup>(Slika 21)



Slika 21 Prikaz output iz programa [41]

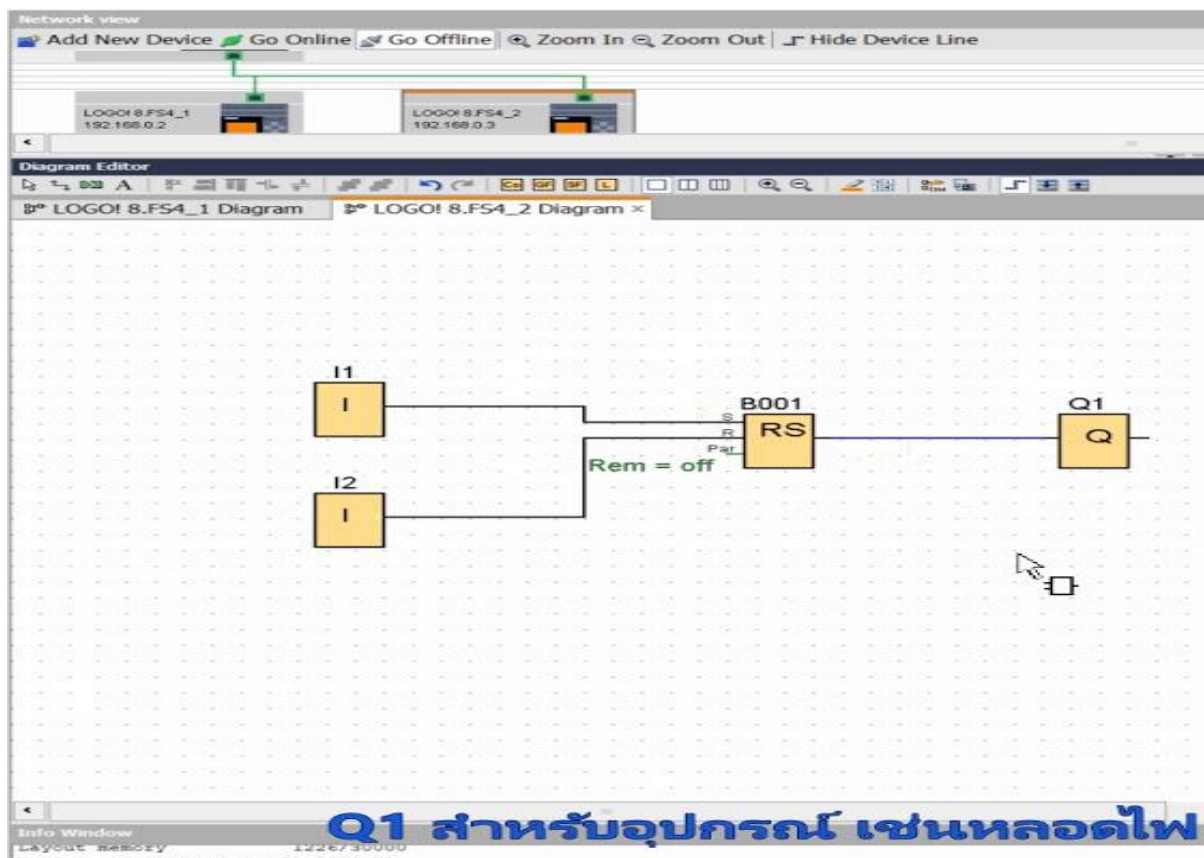


### 3.10. Latching relay

Latching relay predstavlja jednostavnu binarnu memorijsku logiku. Izlazna vrijednost ovisi o ulaznim stanjima i prethodnom statusu na izlazu. <sup>19</sup>(Slika 22)

Veza	Opis
Ulaz S	Postavite izlaz Q sa signalom na ulazu S (Set).
Ulaz R	Resetirajte izlaz Q signalom na ulazu R (Reset). Izlaz Q se resetira ako su oba S i R postavljena (resetiranje ima prioritet nad postavljenim).
Parametar	Skup retencija (uključen) = status je retencija u memoriji.
Izlaz Q	Q je postavljen sa signalom na ulazu S i ostaje postavljen dok se ne resetira sa signalom na ulazu R.

Tablica 3 [36]



Slika 22 Shematski prikaz pozicije latching ralaya [42]

<sup>19</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

### 3.10.1. Logička tablica latching relay

<b>S</b>	<b>R</b>	<b>Q</b>	<b>Napomena</b>
0	0	x	Stanje nije promijenjeno
0	1	0	Brisanje
1	0	1	Postavi
1	1	0	Brisanje

Tablica 4 [36]

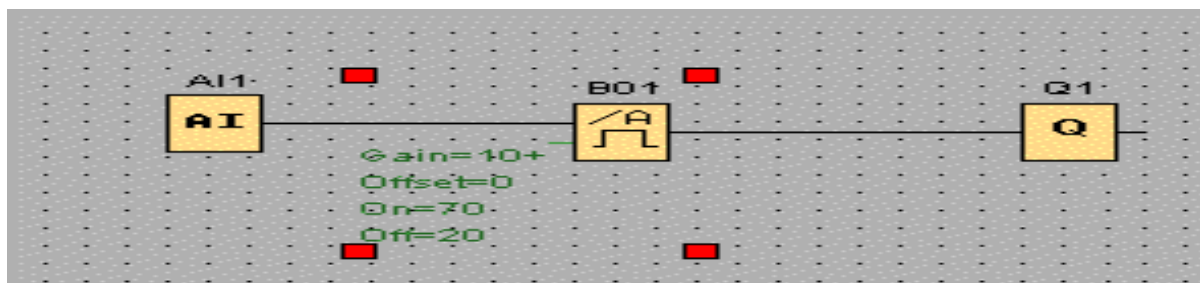
### 3.11. Analog inputs

Analogni signal je fizička količina, koja unutar određenog raspona može usvojiti bilo koju vrijednost - bilo koju kontinuiranu srednju vrijednost. Suprotno od analognog je digitalno. Digitalni signal poznaje samo dva stanja: 0 i 1 ili "isključeno" i "uključeno".<sup>20</sup>(Slika 23)

#### 3.11.1. Od električnog signala do analogne vrijednosti

##### Osnovni redosljed događanja

Za LOGO je potrebno nekoliko koraka! Za obradu fizičkih količina: LOGOTIP! može očitati u električnim naponima od 0 V do 10 V ili električnim strujama od 0 mA do 20 mA na jedan analogni ulaz. Fizičke veličine (na primjer, temperatura, tlak, brzina itd.) stoga se moraju pretvoriti u jednu električnu količinu. Ovu pretvorbu izvodi vanjski senzor. LOGOTIP! očitava električnu količinu i daljnjom obradom pretvara je u standardiziranu vrijednost u rasponu od 0 do 1000. Ta se vrijednost zatim koristi u programu kruga kao ulaz analogne posebne funkcije. Kako bi se standardizirana vrijednost prilagodila aplikaciji, LOGO! koristi analognu posebnu funkciju, uzimajući u obzir dobitak i pomak, za izračunavanje analogne vrijednosti. Analogna vrijednost se zatim procjenjuje posebnom funkcijom (na primjer, analognim pojačalom). Ako analogna posebna funkcija ima analogni izlaz, tada se analogna vrijednost koristi kao izlaz posebne funkcije. S LOGO-om! Također možete pretvoriti analogne vrijednosti natrag u električni napon. Pritom napon može usvojiti vrijednosti između 0 V i 10 V. Koristeći ovaj napon, LOGO! može kontrolirati vanjski pokretač, koji pretvara napon i analognu vrijednost natrag u fizičku količinu.<sup>21</sup>



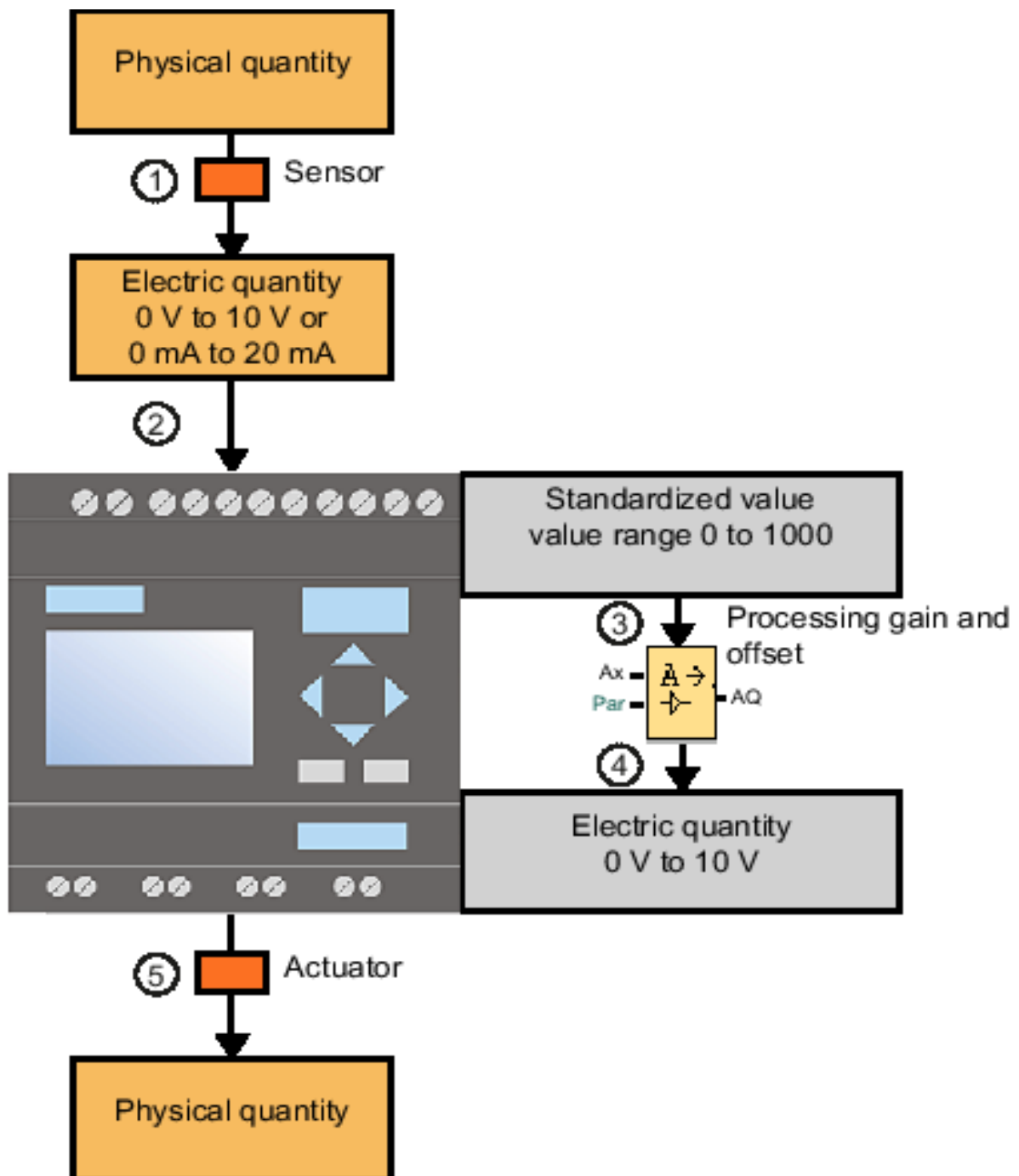
Slika 23 Shematski prikaz analog inputa [43]

<sup>20</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

<sup>21</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

3.12. Sljedeći dijagram ilustrira ovaj redoslijed događaja

(Slika 24)



Slika 24 Diagram tijeka analog inputa [36]

### 3.12.1. Dobit

Standardizirana vrijednost množi se parametrom. Pomoću ovog parametra možete povećati električnu količinu; Stoga se ovaj parametar naziva "dobitak".

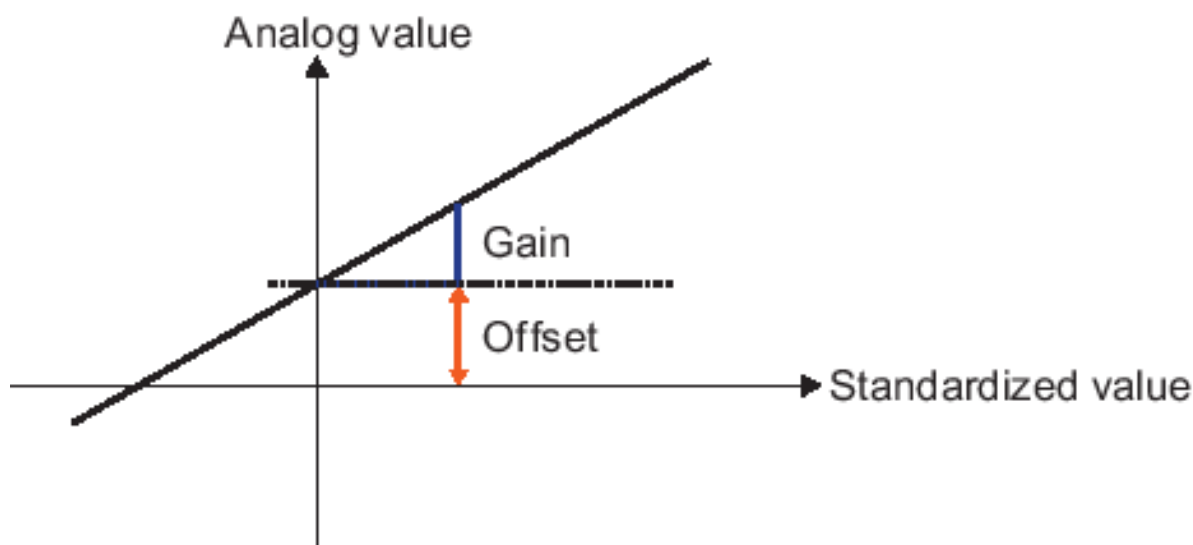
### 3.12.2. Pomak nulte točke

Parametar možete dodati ili oduzeti povećanoj standardiziranoj vrijednosti ili od nje. Pomoću ovog parametra možete pomaknuti nultu točku električne količine; Stoga se ovaj parametar naziva "pomak nulte točke".

Dobitak i prireboj Analognog vrijednost stoga se izračunava na sljedeći način:

**3.12.3. Analognog vrijednost** = (standardizirana vrijednost x dobitak) + pomak.<sup>22</sup>

(Slika 25)



Slika 25 Grafički prikaz analognog inputa [36]

<sup>22</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

### 3.13. Analog threshold trigger

Kratki opis Izlaz se postavlja ili resetira ovisno o dva podesiva praga (histereza).<sup>23</sup>

Konekcija	Opis
Ulaz <b>Ax</b>	<p>Ulazna osovina jedan je od sljedećih analognih signala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI1 do AI8 (*)</li> <li>• AM1 do AM6 (ako je 0BA6), AM1 do AM16 (ako je 0BA7) ili od AM1 do AM64 (ako je 0BA8)</li> <li>• NAI1 do NAI32 (ako je 0BA7 ili 0BA8)</li> <li>• AQ1 i AQ2 (ako su 0BA7) ili AQ1 do AQ8 (ako je 0BA8)</li> <li>• NAQ1 do NAQ16 (ako je 0BA7 ili 0BA8)</li> <li>• Broj bloka funkcije s analognim izlazom</li> </ul>
Parametar	<p><b>Dobiti</b></p> <p>Raspon vrijednosti: -10.00 to 10.00</p> <p><b>Istup</b></p> <p>Raspon vrijednosti: -10000 to 10000</p> <p><b>Uključeno:</b> Na pragu</p> <p>Raspon vrijednosti: -20000 to 20000</p> <p><b>Isključeno:</b> Izvan praga</p> <p>Raspon vrijednosti: -20000 to 20000</p> <p><b>p:</b> Broj decimala</p> <p>Raspon vrijednosti: 0, 1, 2, 3</p>
Izlaz <b>Q</b>	<b>Q</b> se postavlja ili resetira ovisno o postavljenim pragovima.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI1 do AI8: 0 do 10 V odgovara 0 do 1000 (interna vrijednost).</li> </ul>
Tablica 5 [36]	

<sup>23</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

### 3.14. Off-delay

Prijelaz od 0 do 1 na ulaznom Trgu trenutno postavlja izlaz Q na 1. Na prijelazu 1 do 0 na ulazu Trg, LOGO! ponovno pokreće trenutno vrijeme T, a izlaz ostaje postavljen. LOGOTIP! vraća izlaz Q na 0 kada  $T_a$  dosegne vrijednost navedenu u T ( $T_a=T$ ) (kašnjenje isključenja). Jedan hitac na ulaz Trg ponovno pokreće vrijeme  $T_a$ . Možete resetirati vrijeme  $T_a$  i izlaz putem ulaza R (Reset) prije isteka  $T_a$  vremena.<sup>24</sup>

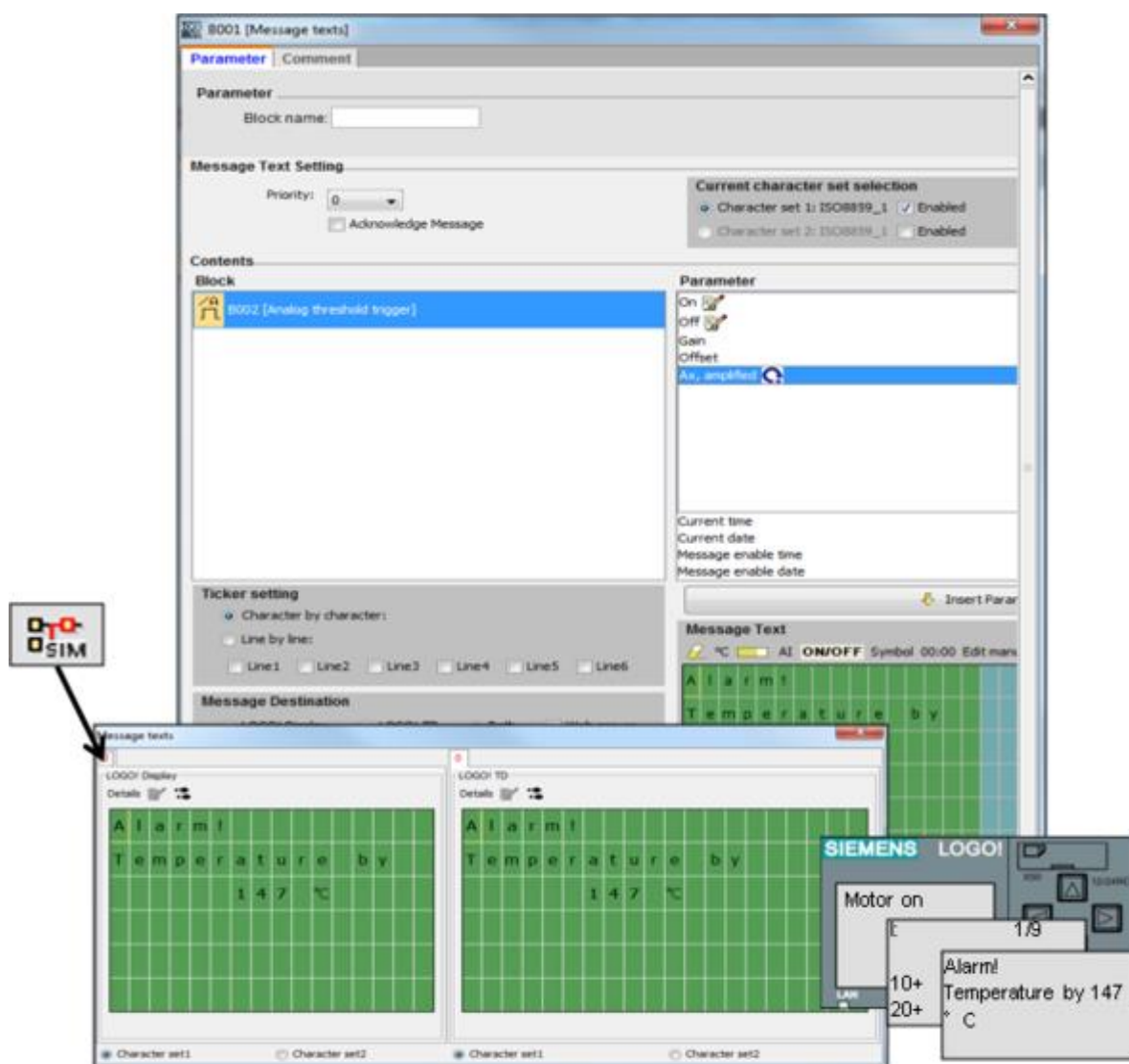
Veza	Opis
Ulaz <b>Trg</b>	Započnite vrijeme odgode s negativnim rubom (prijelaz od 1 do 0) na ulaznom trgu (okidač).
Ulaz <b>R</b>	Ponovno postavite vrijeme odgode i postavite izlaz na 0 putem ulaza R (Reset). Reset ima prioritet nad Trgom.
Parametar	T: Izlaz se isključuje po isteku vremena kašnjenja T (prijelaz izlaznog signala od 1 do 0). Retencija na = status je retencija u memoriji.
Izlaz <b>Q</b>	Q se uključuje za vrijeme T nakon okidača na ulazu Trg.

Tablica 6 [36]

<sup>24</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

### 3.15. Message text

Ova funkcija prikazuje tekstove poruka i parametre drugih blokova na LOGOTIPU! zaslon na brodu ili LOGO! TDE kada LOGO! je u RUN načinu rada.<sup>25</sup> (Slika 26)



Slika 26 Programski dijalog (Message text) [44]

<sup>25</sup> LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 17.05.2024

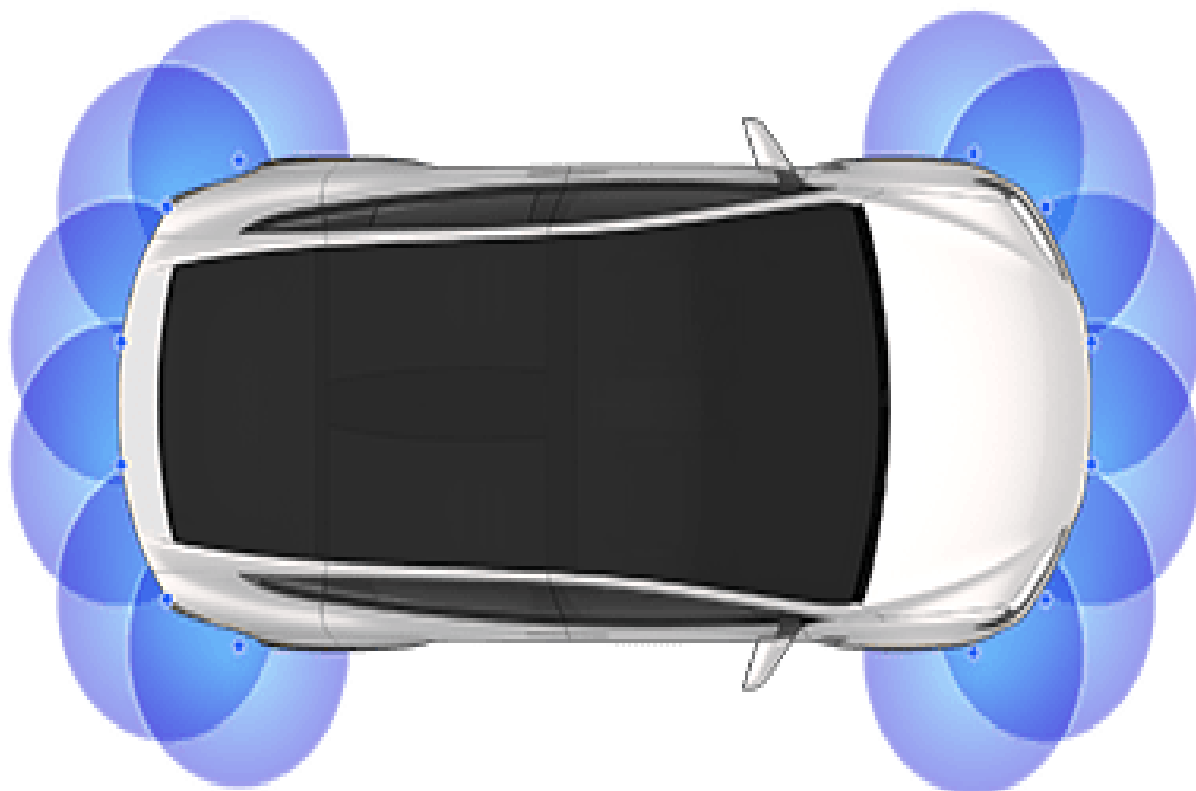


<b>Veza</b>	<b>Opis</b>
<b>Ulaz En</b>	Prijelaz od 0 do 1 na En (Omogući) pokreće izlaz teksta poruke.
<b>Ulaz P</b>	P je prioritet teksta poruke. 0 je najniži, 127 najveći prioritet. Ack: Potvrda teksta poruke
<b>Parametar</b>	<p>Tekst: unos teksta poruke</p> <p>Par: Parametar ili stvarna vrijednost drugog, već konfiguriranog, koji se može prikazati numerički ili kao trakasti grafikon (pogledajte "Vidljivi parametri ili stvarne vrijednosti")</p> <p>Vrijeme: prikazuje stalno ažurirano doba dana</p> <p>Datum: prikazuje datum koji se stalno ažurira OnTime: Prikaz vremena prijelaza signala od 0 do 1 na ulazu En OnDate: Prikaz datuma prijelaza signala od 0 do 1 na ulazu En Nazivi ulazno-izlaznih statusa: prikaz naziva digitalnog ulaznog ili izlaznog statusa, na primjer "Uključeno" ili "Isključeno". LOGOTIP! 0BA8 uređaji mogu prikazati nazive stanja sljedećih elemenata:</p> <p>Digitalni ulazi</p> <p>Digitalni izlazi</p> <p>Zastave</p> <p>Tipke pokazivača</p> <p>LOGOTIP! TDE funkcijske tipke</p> <p>Promjena bitova registra</p> <p>Izlazi funkcijskog bloka</p> <p>Analogni unos: Prikaz analogne ulazne vrijednosti prikazanoj u tekstu poruke i ažuriran u skladu s analognim s vremenom.</p>
<b>Izlaz Q</b>	Q ostaje postavljen sve dok je tekst poruke u redu čekanja.
Tablica 7 [36]	

### 3.16. Usporedba s Tesla sustavom za automatsko parkiranje

Tesla koristi napredne senzore, kamere i umjetnu inteligenciju kako bi omogućila vozilima automatsko parkiranje.<sup>26</sup> Tesla vozila mogu prepoznati parkirna mjesta i izvoditi paralelno i okomito parkiranje koristeći kombinaciju ultrazvučnih senzora i kamera za 360 stupnjeva.<sup>27</sup>

(Slika 27)



Slika 27 Tesla sustav automatskog parkiranja [47]

---

<sup>26</sup> Tesla, Inc. (n.d.). Autopilot and Full Self-Driving Capability. <https://www.tesla.com> 05.06.2024

<sup>27</sup> Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. 05.06.2024

### **3.16.1. Ključne funkcionalnosti Tesla sustava**

#### **3.16.1.1. Automatsko prepoznavanje parkirni mjesta**

Tesla vozila su opremljena sensorima i kamerama koje omogućuju automatsko prepoznavanje dostupnih parkirnih mjesta dok vozač vozi kroz parkiralište.<sup>28</sup>Ovi senzori kontinuirano analiziraju okolinu vozila, detektirajući prazna mjesta pogodna za parkiranje. Kada sustav identificira prikladno parkirno mjesto vozaču se na zaslonu prikazuje obavijest s opcijom automatskog parkiranja. Ova funkcionalnost omogućuje vozačima da brzo i jednostavno pronađu slobodna parkirna mjesta, čak i u prenatrpanim parkiralištima.<sup>29</sup>

#### **3.16.1.2. Intuitivno korisničko sučelje**

Tesla je poznata po svojem intuitivnom korisničkom sučelju koje omogućuje vozačima lako upravljanje svim funkcijama vozila, uključujući i automatsko pariranje. Na središnjem zaslonu osjetljivom na dodir, vozači mogu jednim dodirom aktivirati funkciju automatskog parkiranja. Sučelje je dizajnirano tako da je jednostavno za korištenje, pružajući jasne upute i povratne informacije tijekom cijelog procesa parkiranja. Ovo korisničko iskustvo čini automatsko pariranje pristupačnim i bez stresa za vozače svih razina iskustva.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> Tesla, Inc. (n.d.). Autopilot and Full Self-Driving Capability. Retrieved from <https://www.tesla.com> 05.06.2024

<sup>29</sup> Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html) 05.06.2024

<sup>30</sup> Tesla, Inc. (n.d.). Autopilot and Full Self-Driving Capability. Retrieved from <https://www.tesla.com> 05.06.2024

### 3.16.1.3. Napredni algoritmi

Tesla koristi napredne algoritme za navigaciju i manevriranje vozilom unutar parkirnog mjesta. Ovi algoritmi obrađuju podatke prikupljene sa senzora i kamera u stvarnom vremenu, omogućujući vozilu precizno izračunavanje potrebnih manevara za parkiranje. Algoritmi uzimaju u obzir različite čimbenike, poput veličine i oblika parkirnog mjesta, položaj okolnih vozila i prepreka, te optimalnog kuta i putanje za parkiranje. Zahvaljujući ovim algoritmima, Tesla vozila mogu sigurno i efikasno parkirati u različitim uvjetima i konfiguracijama parkirnih mjesta.<sup>31</sup>

### 3.16.1.4. Integracija s autopilotom

Tesla sustav automatskog parkiranja je dio šireg autopilot sustava, što omogućuje besprijekornu integraciju i dodatne funkcionalnosti poput Summon modusa. Autopilot sustav koristi kombinaciju kamera, radara i ultrazvučnih senzora kako bi omogućio vozilima autonomnu vožnju i parkiranje. Summon modus, na primjer, omogućuje vozačima da s pomoću mobilne aplikacije pozovu vozilo da automatski izađe iz parkirnog mjesta i dođe do njih, što je posebno korisno u situacijama kada je pristup vozilu otežan.<sup>32</sup> Integracija s autopilotom također znači da sustav automatskog parkiranja može koristiti podatke prikupljene tijekom vožnje za bolje planiranje i izvršavanje parkirnih manevara.

---

<sup>31</sup> Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html) 05.06.2024

<sup>32</sup> Tesla, Inc. (n.d.). Autopilot and Full Self-Driving Capability. Retrieved from <https://www.tesla.com> 06.06.2024

### **3.17. Rezime**

Tesla sustav automatskog parkiranja kombinira napredne tehnologije prepoznavanja, intuitivno korisničko sučelje, sofisticirane algoritme i integraciju s autopilot sustavom kako bi pružio vozačima sigurno, pouzdano i jednostavno iskustvo parkiranja. Ove funkcionalnosti ne samo da povećavaju praktičnost i učinkovitost parkiranja, već također pridonose sigurnijem i manje stresnom vozačkom iskustvu. Kao lider u području autonomnih vozila, Tesla kontinuirano inovira i unapređuje svoje sustave, postavljajući nove standarde u automobilske industriji.

### **3.18. Usporedba napravljenog programa s Tesla sustavom**

#### **3.18.1. Funkcionalnost**

**3.18.1.1. Izrađen sustav.** Program za automatsko parkiranje koristi bočne senzore za detekciju parkirnih mjesta i procjenu mogućnosti parkiranja, te automatski upravlja vozilom tijekom cijelog procesa parkiranja.

**3.18.1.2. Tesla.** Tesla sustav koristi kombinaciju kamera i senzora za prepoznavanje i parkiranje, te nudi dodatne funkcionalnosti poput Summon modusa.

#### **3.18.2. Performanse**

**3.18.2.1. Izrađen sustav.** Program omogućuje precizno parkiranje u dozvoljenim parametrima i zaustavljanje pri detekciji prepreka.

**3.18.2.2. Tesla.** Tesla sustav je poznat po visokoj preciznosti i pouzdanosti u različitim uvjetima parkiranja, uz naprednu detekciju prepreka i sigurnosne značajke osigurava da vozilo može parkirati sigurno čak i u složenim situacijama.

#### **3.18.3. Korisničko iskustvo**

**3.18.3.1. Izrađen sustav.** Program nudi intuitivno sučelje za aktiviranje parkiranja i prikaz statusa parkiranja. Vozač može lako pokrenuti proces parkiranja i priti njegov napredak putem jednostavnih vizualnih indikacija.

**3.18.3.2. Tesla.** Tesla nudi jednostavno sučelje s mogućnošću aktiviranja parkiranja jednim dodiranjem i dodatne opcije putem mobilne aplikacije, što pruža visoku razinu praktičnosti i fleksibilnosti.

### 3.19. Usporedba s BMW sustavom za automatsko parkiranje

BMW-ov Park Assist sustav nudi napredne funkcionalnosti koje olakšavaju parkiranje vozila u različitim situacijama.<sup>33</sup>Kombinacija naprednih senzora i kamera omogućava sustavu da precizno prepozna parkirna mjesta te automatski upravlja vozilom tijekom cijelog procesa parkiranja. Sustav može automatski parkirati vozilo u paralelnim i okomitim parkirnim mjestima te pomoći pri izlasku iz parkirnog mjesta. U nastavku su detaljno opisane ključne funkcionalnosti BMW-ovog sustava automatskog parkiranja. (Slika 28)



Slika 28 BMW sustav automatsko parkiranje [49]

---

<sup>33</sup> BMW AG. (n.d.). Park Assist. <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html>  
08.06.2024

### **3.19.1. Ključne funkcionalnosti BMW sustava**

#### **3.19.1.1. Automatsko prepoznavanje parkirnog mjesta**

BMW-ov Park Assist sustav koristi napredne senzore i kamere za automatsko prepoznavanje dostupnih parkirnih mjesta dok vozilo prolazi pored njih.<sup>34</sup>Ovi senzori kontinuirano prate okolinu vozila i mogu identificirati parkirna mjesta koja su dovoljno velika za sigurno parkiranje vozila. Kada sustav detektira odgovarajuće parkirno mjesto, obavještava vozača putem vizualnog i zvučnog signala, što omogućava vozaču da aktivira automatski parkirni proces.<sup>35</sup>

#### **3.19.1.2. Ultrazvučni senzori i kamere**

BMW koristi kombinaciju ultrazvučnih senzora i kamera kako bi osigurao precizno mjerenje prostora i kontrolu parkirnog manevra. Ultrazvučni senzori postavljeni su oko cijelog vozila, omogućavajući sustavu da detektira objekte u neposrednoj blizini. Kamere pružaju dodatne vizualne informacije koje pomažu sustavu da precizno procijeni dimenzije parkirnog mjesta i okoline. Ova kombinacija senzora i kamera omogućava sustavu da manevrira vozilom s velikom preciznošću.<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> BMW AG. (n.d.). Park Assist. <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html> 08.06.2024

<sup>35</sup> Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html) 08.06.2024

<sup>36</sup> BMW AG. (n.d.). Park Assist. <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html> 08.06.2024



### **3.19.1.3. Automatsko upravljanje**

Jedna od ključnih prednosti BMW-ovog Park Assist sustava je njegova sposobnost da preuzme potpunu kontrolu nad upravljačem, papučicom gasa i kočnicom, omogućujući potpuno automatsko parkiranje bez potrebe za intervencijom vozača. Kada vozač aktivira parkirni sustav, vozilo samostalno započinje parkirni manevra, precizno kontrolirajući brzinu, smjer i položaj vozila kako bi se sigurno parkiralo unutar označenog mjesta. Vozač može pratiti proces putem zaslona u vozilu, ali nije potrebno ručno intervenirati.

### **3.19.1.4. Integracija sa sustavom za pomoć vozaču**

BMW-ov Park Assist sustav je integriran s ostalim sustavima za pomoć vozaču, pružajući besprijekorno iskustvo vožnje i parkiranja. Na primjer, sustav može raditi zajedno s funkcijama poput Adaptive Cruise Control (adaptivni tempomat), Lane Keeping Assist (pomoć pri zadržavanju trake) i Traffic Jam Assist (pomoć u gužvi). Ova integracija omogućava vozilu da koristi podatke iz više sustava kako bi osigurala sigurnu i učinkovitu vožnju, čineći proces parkiranja dio šireg konteksta automatizirane vožnje.<sup>37</sup>

### **3.19.1.5. Pomoć pri izlasku iz parkirnog mjesta**

Osim pomoći pri parkiranju, BMW-ov Park Assist sustav može pomoći vozaču i pri izlasku iz uskih parkirnih mjesta. Kada vozač želi napustiti parkirno mjesto, sustav preuzima kontrolu nad upravljačem i kretanjem vozila, omogućavajući siguran izlazak iz parkirnog mjesta.<sup>38</sup>Ovo je posebno korisno u situacijama kada je vozilo parkirano između dva automobila i prostora za manevriranje je minimalno. Sustav koristi senzore za praćenje okoline i osigurava da vozilo ne udari u prepreke prilikom izlaska.

---

<sup>37</sup> BMW AG. (n.d.). Park Assist. <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html> 10.06.2024

<sup>38</sup> Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html) 10.06.2024

### **3.20. Rezime**

BMW-ov Park Assist sustav predstavlja naprednu tehnologiju koja znatno olakšava proces parkiranja vozila. Njegova sposobnost automatskog prepoznavanja parkirnih mjesta, korištenje ultrazvučnih senzora i kamera za precizno mjerenje prostora, potpuno automatsko upravljanje te integracija s ostalim sustavima za pomoć vozaču pružaju vozačima besprijekorno i sigurno iskustvo parkiranja. Sustav također nudi dodatnu pomoć pri izlasku iz uskih parkirnih mjesta, što dodatno povećava praktičnost i sigurnost vožnje u urbanim sredinama. Ove karakteristike čine BMW-ov Park Assist sustav jednim od najnaprednijih sustava za pomoć pri parkiranju dostupnih na tržištu.

### **3.21. Usporedba napravljenog programa i BMW sustava**

BMW sustav automatskog parkiranja donosi naprednu tehnologiju koja olakšava proces parkiranja i pruža korisnicima visoku razinu udobnosti i sigurnosti.

#### **3.21.1. Prepoznavanje parkirnog mjesta**

**3.21.1.1. Izrađen sustav.** Napravljeni program za automatsko parkiranje zahtijeva da vozač ručno identificira i pozicionira vozilo uz odabrano parkirno mjesto. Ova metoda ovisno o vozaču za procjenu dostupnog prostora, što može biti manje efikasno u gužvama ili složenim parkiralištima.

**3.21.1.2. BMW.** BMW sustav automatski prepoznaje slobodna parkirna mjesta dok vozilo prolazi pored njih, koristeći ultrazvučne senzore i kamere za precizno detektiranje i identifikaciju prikladnih mjesta. Ova tehnologija omogućuje vozaču da brzo pronađe parkirno mjesto bez potrebe za ručnim pretraživanjem ili procjenom.

#### **3.21.2. Tehnologija senzora**

**3.21.2.1. Izrađen sustav.** Napravljeni program koristi bočne senzore za mjerenje dostupnog prostora oko vozila. Ovi senzori pružaju osnovne informacije o udaljenosti i pomažu vozaču u procjeni parkirnog mjesta, ali su ograničeni u preciznosti i funkcionalnosti u usporedbi s naprednijim sustavima.

**3.21.2.2. BMW.** BMW koristi kombinaciju ultrazvučnih senzora i visokokvalitetnih kamera kako bi precizno mjerio okolinu vozila i upravljao parkirnim manevrima. Ova integracija senzora omogućuje detaljno praćenje i kontrolu okoline vozila, osiguravajući precizno i sigurno parkiranje čak i u zahtjevnim situacijama.

### **3.21.3.      Automatizacija parkiranja**

**3.21.3.1. Izrađen sustav.** Napravljen program automatski upravlja volanom, papučicom gasa i kočnicom, ali zahtjeva da vozač ručno prebacuje između brzina i izmjene smjera vožnje. Ova poluautomatizirana funkcionalnost pruža vozaču udobnost i sigurnost, oslobađajući ih od potrebe za aktivnim sudjelovanjem tijekom parkiranja.

**3.21.3.2. BMW.** BMW sustav nudi automatizirano parkiranje koje uključuje upravljanje volanom, papučicom gasa i kočnice bez potrebe za intervencijom vozača. Ova visoko automatizirana funkcionalnost pruža vozačima udobnost i sigurnost, oslobađajući ih od potrebe za aktivnim sudjelovanjem tijekom parkiranja.

### **3.21.4.      Sigurnosne funkcije**

**3.21.4.1. Izrađen sustav.** Napravljeni program nudi osnovne sigurnosne značajke poput automatskog kočenja u slučaju prepreke, čekajući da se prepreka ukloni prije nastavka parkiranja. Ova funkcija pruža osnovnu razinu sigurnosti tijekom parkiranja.

**3.21.4.2. BMW.** Također koristi napredne senzore za automatsko kočenje i izbjegavanje prepreka, što osigurava visoku razinu sigurnosti tijekom parkiranja. Integracija senzora pruža dodatnu zaštitu od sudara ili oštećenja vozila, osiguravajući besprijekorno korisničko iskustvo tijekom cijelog procesa parkiranja.

### 3.22. Usporedba s Audi sustavom za automatsko parkiranje

Audijev Park Assist sustav predstavlja naprednu tehnologiju za automatsko parkiranje vozila, koristeći sofisticirane senzore i kamere za prepoznavanje dostupnih parkirnih mjesta te izvođenje parkirnih manevara.<sup>39</sup>Sustav može automatski parkirati vozilo u paralelnim i okomitim parkirnim mjestima te pomoći pri izlasku iz parkirnog mjesta.<sup>40</sup> (Slika 29) U nastavku su opisane ključne funkcionalnosti Audi sustava automatskog parkiranja koje olakšava parkiranje i povećavaju sigurnosti tijekom procesa.



Slika 29 Audi sustav automatsko parkiranje [52]

<sup>39</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 15.06.2024

<sup>40</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 15.06.2024

### **3.22.1. Ključne funkcionalnosti Audi sustava**

#### **3.22.1.1. Automatsko prepoznavanje parkirnog mjesta**

Audi sustav automatski prepoznaje dostupna parkirna mjesta dok vozilo prolazi pored njih. Senzori kontinuirano prate okolinu vozila i mogu identificirati parkirna mjesta koja su dovoljno velika za sigurno parkiranje vozila. Kad sustav detektira odgovarajuće parkirno mjesto, obavještava vozača putem vizualnog i zvučnog signala, omogućujući vozaču da aktivira automatski parkirni proces.<sup>41</sup>

#### **3.22.1.2. Ultrazvučni senzori i kamere**

Audi koristi kombinaciju ultrazvučnih senzora i kamere kako bi osigurao precizno mjerenje prostora i kontrolu parkirnog manevra. Ultrazvučni senzori postavljeni su oko cijelog vozila, omogućavajući sustavu da detektira objekte u neposrednoj blizini. Kamere pružaju dodatne vizualne informacije koje pomažu sustavu da precizno procijeni dimenzije parkirnog mjesta i okoline. Ova kombinacija senzora i kamere omogućava sustavu da manevrira vozilom s velikom preciznošću.<sup>42</sup>

#### **3.22.1.3. Automatsko upravljanje**

Jedna od ključnih prednosti Audi-jevog Park Assist sustava je njegova sposobnost da preuzme potpunu kontrolu nad upravljačem, papučicom gasa i kočnicom, omogućujući potpuno automatsko parkiranje bez potrebe za intervencijom vozača. Kad vozač aktivira parkirni sustav, vozilo samostalno započinje parkirni manevar, precizno kontrolirajući brzinu, smjer, i položaj vozila kako bi se sigurno parkiralo unutar označenog mjesta. Vozač može pratiti proces putem zaslona u vozilu, ali nije potrebno ručno intervenirati.

---

<sup>41</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 15.06.2024

<sup>42</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving.html> 15.06.2024

#### 3.22.1.4. Integracija sa sustavom za pomoć vozaču

Audijev Park Assist sustav je integriran s ostalim sustavima za pomoć vozaču, pružajući besprijekorno iskustvo vožnje i parkiranja.<sup>43</sup>Na primjer, sustav može raditi zajedno s funkcijama poput Adaptive Cruise Control (adaptivni tempomat),<sup>44</sup>Lane Keeping Assist (pomoć pri zadržavanju trake) i Traffic Jam Assist (pomoć u gužvi). Ova integracija omogućava vozilu da koristi podatke iz više sustava kako bi osigurala sigurnu i učinkovitu vožnju, čineći proces parkiranja dio šireg konteksta automatizirane vožnje.

#### 3.22.1.5. Pomoć pri izlasku iz parkirnog mjesta

Osim pomoći pri parkiranju, Audijev Park Assist sustav može pomoći vozaču i pri izlasku iz uskih parkirnih mjesta.<sup>45</sup>Kad vozač želi napustiti parkirno mjesto, sustav preuzima kontrolu nad upravljačem i kretanjem vozila, omogućavajući siguran izlazak iz parkirnog mjesta. Ovo je posebno korisno u situacijama kada je vozilo parkirano između dva automobila i prostora za manevriranje je minimalno. Sustav koristi senzore za praćenje okoline i osigurava da vozilo ne udari u prepreke prilikom izlaska.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com> 15.06.2024

<sup>44</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 11.06.2024

<sup>45</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 11.06.2024

<sup>46</sup> Audi AG. (n.d.). Parking Assist. <https://www.audi.com> 11.06.2024

### **3.23. Rezime**

Napravljen sustav automatskog parkiranja nudi osnovne funkcionalnosti potrebne za autonomno parkiranje vozila, uključujući vizualno prepoznavanje parkirnih mjesta, korištenje senzor za mjerenje prostora te automatsko manevriranje. S druge strane Audijev sustav automatskog parkiranja koristi naprednije tehnologije senzora i kamera, pruža potpuno automatizirano parkiranje bez potrebe za intervencijom vozača te je integriran s ostalim sustavima za pomoć vozaču, što omogućuje šire funkcionalnosti i bolje korisničko iskustvo. Ove karakteristike čine Audijev Park Assist sustav jednim od naprednijih sustav za pomoć pri parkiranju dostupnih na tržištu.



### **3.24. Usporedba napravljenog programa i Audi sustava**

Moderan automobilski svijet nudi napredne tehnologije za olakšavanje vožnje i parkiranja, a usporedba između napravljenog programa i Audi sustava za automatsko parkiranje ilustrira različite pristupe i funkcionalnosti.

#### **3.24.1. Prepoznavanje parkirnog mjesta**

**3.24.1.1. Izrađen sustav.** Napravljen sustav za automatsko parkiranje zahtijeva da vozač ručno identificira slobodno parkirno mjesto i samostalno pozicionira vozilo uz rub. Ovaj proces, iako se oslanja na vozačevu procjenu, može biti manje učinkovit u gusto naseljenim područjima ili kompleksnim parkiralištima.

**3.24.1.2. Audi.** A druge strane, Audi sustav koristi napredne senzore i kamere za automatsko prepoznavanje dostupnih parkirnih mjesta, dok vozilo vozi kroz parkiralište. Ova tehnologija omogućuje vozilu da samostalno identificira i reagira na prazna mjesta, pružajući vozaču jasne vizualne i zvučne signale kada je pronađeno odgovarajuće mjesto za parking.

#### **3.24.2. Tehnologija senzora**

**3.24.2.1. Izrađen sustav.** Napravljen program koristi bočne senzore za mjerenje prostora uz vozilo, što omogućuje vozaču da procijeni dostupnost parkirnog mjesta na temelju fizičkih senzorskih očitavanja. Ova tehnologija, iako korisna, može biti ograničena u preciznosti i brzini reakcije.

**3.24.2.2. Audi.** U kontrastu s tim, Audi koristi kombinaciju ultrazvučnih senzora i visokokvalitetnih kamera kako bi precizno mjerio prostor i upravljao parkirnim manevrima. Ova napredna tehnologija omogućuje sustavu da detaljno analizira okolinu vozila i dinamički prilagođava parkirni manevar prema promjenjivim uvjetima.

### **3.24.3. Automatizacija parkiranja**

**3.24.3.1. Izrađen sustav.** Napravljen sustav omogućuje automatsko upravljanje papučicom gasa i kočnice, no vozač je odgovoran za prebacivanje između stupnjeva prijenosa. Ovo zahtjeva vozačevu intervenciju tijekom parkiranja, što može smanjiti potpunu autonomiju i udobnost procesa.

**3.24.3.2. Audi.** U usporedbi s tim, Audi sustav pruža potpuno automatizirano parkiranje koje uključuje upravljanje volanom, papučicom gasa i kočnicom bez potrebe za intervencijom vozača. Ova integracija omogućuje glatko i precizno parkiranje čak i u uskim prostorima, oslobađajući vozača od potrebe za aktivnim sudjelovanjem tijekom procesa.

### **3.24.4. Sigurnosne funkcije**

**3.24.4.1. Izrađen sustav.** Napravljeni program osigurava osnovne sigurnosne funkcije poput automatskog kočenje u slučaju prepreke, što omogućuje vozilu da reagira na nepredviđene situacije i sačuva sigurnost putnika i okoline.

**3.24.4.2. Audi.** S druge strane, Audi sustav također integrira napredne sigurnosne značajke poput senzora za automatsko kočenje i izbjegavanje prepreka. Ovi senzori pomažu u identifikaciji potencijalnih opasnosti tijekom parkiranja i aktivno rade na minimiziranju rizika od sudara ili oštećenje vozila.

## 4. Zaključak

Za potrebe izrade Završnog rada provedeno je istraživanje objavljenih komercijalnih sustava za automatsko parkiranje vozila i objašnjen je način programiranja odabranog PLC-a, funkcije programa upravljanja, komponente i elemente sustava, te su na kraju istaknute prednosti ali i limiti predloženog sustava. Program upravljanja na način da povezuje podatke iz ugrađenog senzora i kamera za prepoznavanje parkirnih mjesta i preciznim upravljanjem vozilom pomoću mehatroničkih aktuatora uparkirava vozilo u proizvoljno parkirno mjesto.

Automatsko pakiranje vozila predstavlja vrhunac tehnološkog napretka u automobilskoj industriji, koristeći napredne senzore, kamere i sofisticirane algoritme kako bi omogućilo vozilima autonomno izvršavanje parkirnih manevara. Ovi sustavi transformiraju način na koji vozači percipiraju i koriste prostor oko sebe, pružajući poboljšanu sigurnost, praktičnost i učinkovitost u svakodnevnoj vožnji.

Jedan od ključnih elemenata automatskog parkiranja je vizualno prepoznavanje slobodnih parkirnih mjesta. Kombinacija kamera i senzora omogućuje vozilu da identificira pogodna parkirna mjesta dok vozi kroz parkiralište. Nakon što odabere mjesto, senzori precizno mjere prostor kako bi utvrdili je li vozilo u mogućnosti sigurno se parkirati na tom mjestu.

Napredni algoritmi su ključni za upravljanje automatskim parkiranjem. Oni omogućuju vozilu da izvrši kompleksne matematičke proračune kako bi optimiziralo parkirni manevar, uzimajući u obzir dimenzije vozila, udaljenost od prepreka i druge parametre. Kroz integraciju senzora s upravljačkim sustavom, vozilo može precizno upravljati kretanjem unutar parkirnog prostora, osiguravajući minimalan prostor za manevriranje.

Prednosti automatskog parkiranja su mnogobrojne, uključujući smanjenje stresa vozača, posebno u skućenim gradskim okruženjima gdje su parkirna mjesta često ograničena. Dodatno, ovi sustavi mogu optimizirati korištenje prostora na parkiralištima, povećavajući ukupni kapacitet i učinkovitost. Sigurnost je također bitan aspekt, jer precizno upravljanje parkiranjem smanjuje rizik od oštećenja vozila ili nezgoda.

Iako postoje brojne prednosti, automatsko parkiranje nije bilo bez izazova. Tehničke poteškoće poput pouzdanosti u senzore u svim vremenskim uvjetima i potrebe za stalnim ažuriranjem softvera su neki od izazova s kojima se proizvođači susreću.

U zaključku, razvoj automatskog parkiranja predstavlja ključni korak prema sve autonomnijim vozilima budućnosti. Kombinacija tehnoloških inovacija i praktičnih primjena čine ove sustave neizostavnim dijelom modernog prometa, otvarajući put prema sigurnijoj, učinkovitijoj i udobnijoj vožnji.

## 5. Literatura

- [1] [Vladimir Tudić, Osnove upravljanja procesima, Veleučilište Karlovac, izdanje 2022](#) 05.05.2024
- [2] [SIEMENS Upute za PLC LOGO! AIEMENS, Zagreb 2. izdanje 2005](#) 05.05.2024
- [3] Daniel Watzenig, Martin Horn Automated Driving  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-31895-0> Izdanje 2017 07.05.2024
- [4] Smith, J. (2021). Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers. RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html) 10.06.2024
- [5] Rajesh Rajamani Vehicle Dynamics and Control  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-1433-9> Izdanje 2012 10.06.2024
- [6] Stojković Igor Elektronički sustavi u automobilu  
[http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2006/Stojkovicigor\\_ElektronickiSustaviUAutomobilima.pdf](http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2006/Stojkovicigor_ElektronickiSustaviUAutomobilima.pdf), Zagreb, 30.05.2005 14.05.2024
- [7] Aktuatori  
[https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog\\_8554/objava\\_30673/fajlovi/aktuatori.pdf](https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_8554/objava_30673/fajlovi/aktuatori.pdf)  
03.05.2024
- [8] Senzori <https://svafizika.org/2019/10/19/sta-su-senzori-i-cemu-sluzi/> 03.05.2024
- [9] Senzori u autu. AutoEdu <https://autoedu.info/autoelektronika/senzori/> 10.05.2024
- [10] Senzori prodaja <https://proelektronika.hr/proizvodi/senzori/opticki-senzori/opticki-senzori/> 10.06.2024
- [11] Ultrazvučni senzori prodaja <https://proelektronika.hr/proizvodi/senzori/ultrazvucni-senzori/ultrazvucni-senzori/> 10.05.2024
- [12] Ultrazvučni senzori. Izradi-croatianmakers  
<https://autoedu.info/autoelektronika/senzori/> 03.06.2024
- [13] Radarski senzori prodaja <https://proelektronika.hr/proizvodi/senzori/radarski-senzori/radarski-senzori/> 03.06.2024
- [14] Radarski senzori <https://www.ifm.com/hr/hr/shared/technologies/radar/radar-technology> 03.05.2024
- [15] Radarski senzori. Tracon  
[https://hr.traconelectric.com/categories/05\\_08\\_13/Radarski-senzor-gibanja-za-unutarnje-prostore](https://hr.traconelectric.com/categories/05_08_13/Radarski-senzor-gibanja-za-unutarnje-prostore) 04.06.2024

- [16] LiDAR senzor <https://www.tehnomehanik.com/blog/lidar-sustavi-i-3d-skeneri-2/> 03.05.2024
- [17] LiDAR senzor. Pepperl+Fuchs [https://www.pepperl-fuchs.com/india/hi/R2300\\_photoelectric\\_sensors.htm#](https://www.pepperl-fuchs.com/india/hi/R2300_photoelectric_sensors.htm#) 06.06.2024
- [18] Softver <https://www.techtarget.com/searcharchitecture/definition/software> 03.05.2024
- [19] Softver prodaja <https://www.mikronis.hr/katalog/informatika/softver/> 15.06.2024
- [20] Softver prodaja <https://www.links.hr/hr/software-0110> 15.06.2024
- [21] Softver. Prezi <https://prezi.com/kglsykunlfxw/softver/> 04.05.2024
- [22] Hardver <https://racunaloas.weebly.com/hardver.html> 14.05.2024
- [23] Hardver prodaja [https://iabyte.hr/Komponente-c123022299?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWDI\\_e0cxdLBiGRJQ1g3SxRp2Vm66pu-LNL12AYhfcPQO3C32W4EG9oaAjj4EALw\\_wcB](https://iabyte.hr/Komponente-c123022299?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWDI_e0cxdLBiGRJQ1g3SxRp2Vm66pu-LNL12AYhfcPQO3C32W4EG9oaAjj4EALw_wcB) 13.06.2024
- [24] Hardver prodaja <https://www.hardware.hr/> 14.05.2024
- [25] Aktuator <https://www.enciklopedija.hr/clanak/aktuator> 05.05.2024
- [26] Aktuator. Fernig fit <https://fering-fit.hr/parker-store-pneumatika/aktuatori/> 05.05.2024
- [27] Procesor [https://hr.wikipedia.org/wiki/Procesor\\_\(ra%C4%8Dunarstvo\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Procesor_(ra%C4%8Dunarstvo)) 05.05.2024
- [28] Procesor <https://dir.hr/sto-je-cpu/> 05.05.2024
- [29] Procesor. Pro Comp <https://procomp.ba/blog/koji-procesor-odabrati/> 10.05.2024
- [30] Komunikacijski sustav auta. GlobalLogic <https://www.globallogic.com/hr/work/razvoj-mcal-komunikacijskih-modula-za-napredne-automotive-mikrokontrolere/> 05.05.2024
- [31] Automatsko parkiranje. Automoto.ba [https://automoto.ba/stranica/elektronika-za-volanom\\_198.html](https://automoto.ba/stranica/elektronika-za-volanom_198.html) 03.06.2024
- [32] Automatsko parkiranje <https://www.polovniautomobili.com/auto-vesti/saveti/6398/sistem-za-automatsko-parkiranje> 03.06.2024
- [33] Automatsko parkiranje vozila. Nashipoezda.ru <https://nashipoezda.ru/hr/potato/parkovka-avto-zadnim-hodom-legkii-metod-kak-parkovatsya.html> 06.05.2024
- [34] Automatsko parkiranje <https://hr.ml-vehicle.com/info/automatic-parking-83115832.html> 03.06.2024
- [35] LOGO!Soft <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-software.html> 16.05.2024
- [36] LOGO!Soft Comfort V8.0(Demo) 16.05.2024

- [37] OR Gate, AND Gate simbol. Edward Bosworth  
[http://www.edwardbosworth.com/My5155Textbook\\_HTM/MyText5155\\_Ch05\\_V06.htm](http://www.edwardbosworth.com/My5155Textbook_HTM/MyText5155_Ch05_V06.htm)  
17.05.2024
- [38] OR Gate LogoSoft. SolisPLC <https://www.solisplc.com/tutorials/getting-started-with-simulating-circuit-programs-in-siemens-logo-soft-comfort> 30.05.2024
- [39] AND Gate LogoSoft. Simens industry Online Support  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/589/109748589/att\\_929677/v2/109748589\\_LOGO8-KNX\\_GateCircuit\\_DOC\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/589/109748589/att_929677/v2/109748589_LOGO8-KNX_GateCircuit_DOC_en.pdf) 30.05.2024
- [40] Input. SolisPLC <https://www.solisplc.com/tutorials/getting-started-with-simulating-circuit-programs-in-siemens-logo-soft-comfort> 30.05.2024
- [41] Output. SolisPLC <https://www.solisplc.com/tutorials/getting-started-with-simulating-circuit-programs-in-siemens-logo-soft-comfort> 30.05.2024
- [42] Latching relay. MrAutomation247  
<https://www.youtube.com/watch?v=FNKzEEQxVFA> 30.05.2024
- [43] Analog input. Simens industry Online Support  
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/24003057/with-logo!-how-can-you-configure-switching-thresholds-for-analog-signals-?dti=0&lc=en-AF> 30.05.2024
- [44] Message Text LOGOSoft. оборудоваНия SIMENS <https://www.siemens-pro.ru/articles/siemens-articles-38.html> 30.05.2024
- [45] Tesla <https://www.tesla.com/support/autopilot> 06.05.2024
- [46] Tesla automatsko parkiranje  
[https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/hr\\_hr/GUID-0C763E08-D0B8-4404-8180-1054F635C08C.html](https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/hr_hr/GUID-0C763E08-D0B8-4404-8180-1054F635C08C.html) 06.05.2024
- [47] Tesla automatsko parkiranje. Tesla  
[https://www.tesla.cn/ownersmanual/2012\\_2020\\_models/hr\\_hr/GUID-900CE37E-421B-4971-A12A-58E533F339DE.html](https://www.tesla.cn/ownersmanual/2012_2020_models/hr_hr/GUID-900CE37E-421B-4971-A12A-58E533F339DE.html) 10.06.2024
- [48] BMW <https://www.tportal.hr/autozona/clanak/foto-video-bmw-i-valeo-rade-na-razvoju-sljedece-generacije-automatiziranog-parkiranja-razine-4-20230217> 15.06.2024
- [49] BMW Automatsko parkiranje parkiranje. Index.hr <https://www.index.hr/oglas/auto-moto/osobni-automobili/oglas/bmw-320d-xdrive-m-sport-2022-servisna-jamstvo/6106930> 15.06.2024
- [50] BMW Automatsko parkiranje  
<https://www.bmw.hr/hr/all-models/m-series/x6-m/2014/sustavi-pomoci.html> 15.06.2024
- [51] Audi Automatsko parkiranje <https://www.elektromedia.hr/product/audi-parking-kamera-set-rl2-mmi3g-gw/> 15.06.2024
- [52] Audi automatsko parkiranje vozila. ml-vehicle.com

<https://hr.ml-vehicle.com/news/difference-between-apa-and-avp-automatic-parki-71519157.html> 18.06.2024

[53] Audi AG. (n.d.). Parking Assist.

<https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 18.06.2024

[54] Audi AG. (n.d.). Adaptive Cruise Control.

<https://www.audi.com/en/innovation/future-technology/autonomous-driving/automated-valet-parking.html> 18.06.2024