



Vyšší odborná škola  
a Střední průmyslová škola  
elektrotechnická,  
Plzeň, Koterovská 85

## ROČNÍKOVÁ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Autíčko řízené nakláněním ovladače

Autor práce: Jiří Hellmich

Třída: 3.L

Vedoucí práce: Jiří Švihla

Dne: 30.4.2024

Hodnocení:



**Vyšší odborná škola a  
Střední průmyslová škola elektrotechnická Plzeň,  
Koterovská 85**

<b>ZADÁNÍ ROČNÍKOVÉ PRÁCE</b>	
Školní rok	2023/ 2024
Studijní obor	78-42-M/01 Technické lyceum
Jméno a příjmení	Jiří Hellmich
Třída	3. L
Předmět	Kybernetika
Hodnoceno v předmětu	Kybernetika
Téma	Autíčko řízené nakláněním ovladače
Obsah práce	<ul style="list-style-type: none"><li>• Návrh podvozku autíčka</li><li>• Tvorba kastle</li><li>• Tvorba řídicí elektrotechniky</li><li>• Implementace gyroskopického ovladače</li><li>• Tvorba řídicího programu</li><li>• Implementace komunikace</li></ul>
Zadávací učitel Příjmení, jméno	Jiří Švihla
Podpis zadávajícího učitele	
Termín odevzdání	30. dubna 2024

## Anotace

Projekt se skládá ze dvou výrobků. Oba výrobky budou založeny na mikropočítači Arduino Nano. Prvním výrobkem je autíčko s pohonem zadních kol. Každé ze zadních kol má samostatný pohon. Přední kola je možné natáčet pomocí servomotoru, aby mohlo autíčko zatáčet. Autíčko dostává dálkově informace o naklonění ovladače. Na jejich základě rozhoduje mikropočítač Arduino Nano o rychlosti a směru pohybu autíčka. Při naklonění ovladače dopředu se pohybuje tímto směrem rychlostí, která bude odpovídat intenzitě naklonění. Celkem se může dopředu pohybovat třemi různými rychlostmi. Při naklonění do stran autíčko zatáčí tímto směrem. Při náklonu ovladače zpět autíčko couvá. Druhým výrobkem je dálkový ovladač, který obsahuje gyroskopický senzor, mikropočítač Arduino Nano a vysílač, který posílá informace o náklonu autíčku. Na dálkovém ovladači je zároveň několik LED diod, které slouží ke kontrole, jestli ovladač správně přijímá příkazy.

„Prohlašuji, že jsem toto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Plzni dne:

Podpis:

# Obsah

<b>1</b>	<b>Tvorba podvozku</b>	<b>6</b>
1.1	Návrh podvozku . . . . .	6
1.2	Použitý materiál . . . . .	6
1.3	Konstrukce podvozku . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Elektrotechnika autíčka</b>	<b>9</b>
2.1	Součástky a moduly . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Ovladač</b>	<b>10</b>
3.1	Součástky a moduly . . . . .	10
3.2	Zapojení elektrotechniky . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Komunikace ovladače s autíčkem</b>	<b>12</b>

## Úvod

Téma jsem si vybral, protože doprava je v současné době jednou z nejdůležitějších odvětví průmyslu. Vlivem globalizace se musí přepravovat mnoho produktů často přes několika-tisícikilometrové vzdálenosti. Velice populární je dnes doručení zboží až ke kupujícímu. Velké změny jsou i v oblasti přepravy osob. Nově vytvořené způsoby vozidel mohou přepravu zefektivňovat, být šetrnější k životnímu prostředí a zvětšovat pohodlí. Mezi novinky v dopravě patří doručování drony, auta, která umí sama řídit, nebo automobily na jiné pohovy než běžné spalovací motory.

Cílem ročníkové práce je vyrobení autíčka, které se pohybuje dle naklánění dálkového ovladače a již zmíněného dálkového ovladače. Autíčkem se bude nazývat vozítko pohybující se podle informací přijatých z ovladače. Ovladačem budeme nazývat výrobek, který uživatel naklání a tím řídí autíčko. Výsledné produkty slouží jako hračka, která ovšem umožní dostat se na těžko přístupná místa a může být užitečná k nejrůznějším pracím. Výhodou je pohon na elektřinu. Ovládáním pomocí naklánění ovladače se dá autíčko v některých situacích lépe řídit než ostatní vozítka.

Autíčko bude poháněno motory, kterými bude možné regulovat rychlost. Budou napájeny ze zdroje zabudovaného na podvozku. Dále bude vytvořený mechanismus, který bude umožňovat zatáčení. Pokyny bude motorům a zatáčejícímu mechanismu předávat řídící mikropočítač. Mikropočítač bude získávat informace o náklonu ovladače od přijímače. Bude také vytvořena kastle na autíčko, aby se zabránilo poškození elektroniky na podvozku a výrobek lépe vypadal.

Dálkový ovladač bude sestaven z mikropočítače, senzoru, který určuje náklon ovladače, a vysílače, který bude posílat informace autíčku. Tyto komponenty budou uloženy v pevném obalu, aby se zabránilo jejich poškození při používání.

# 1 Tvorba podvozku

## 1.1 Návrh podvozku

Na podvozek je zapotřebí deska, na kterou se budou připevňovat další díly. Tato deska může být z nejrůznějších materiálů. Je ale zapotřebí, aby deska byla dostatečně pevná a nepraskla, dále musí být dostatečně velká, aby se na ni všechny komponenty vešly, a musí být možné do ní vyvrtat díry pro připevnění komponentů.

K desce se připevní dva motory pomocí speciálních držáků. Tyto motory pohánějí zadní kola. Přední kola budou sloužit k zatáčení. Bude sestaven mechanismus, který převede otáčivý pohyb ze servomotoru na posuvný a tím kola zatočí. Dalšími možnými způsoby zatáčení je například, že by kola byla poháněna různými rychlostmi a autíčko by zatáčelo na stranu, kde by bylo pomalejší kolo. Problémem tohoto řešení je, že by pomalejší kolo při větších rychlostech prokluzovalo. Další možnosti je i využití všesměrových kol. Jejich nevýhodou je především vyšší pořizovací cena.

## 1.2 Použitý materiál

Pro podvozek autíčka jsem zvolil desku z tvrdého plastu o rozměrech 218 x 128 x 4 mm, dále bude označována deska. Do desky se dají lehce vyvrtat díry pro přichycení komponentů šrouby. Kola autíčka mají průměr 66 mm. Jsou vhodná i do nerovného terénu a jsou voděodolná. Dále jsou zapotřebí čtyři ocelové trubky dlouhé 20 mm, průměr je 6 mm a tloušťka stěny je 1 mm.

Pro pohon kol jsem zvolil krokový motor s převodovkou 25GA-370 6V DC 620 RPM válcového tvaru s hřídelí o průměru 4 mm. Průměr samotného motoru je 25 mm a délka 60 mm. Motor je napájen 6 V stejnosměrným napětím. Maximální rychlost otáčení je  $n = 620$  otáček za minutu. Z průměru kola můžeme dopočítat, že maximální rychlost autíčka je  $2,1 \frac{m}{s}$ . Tato rychlost ale nebude dosažena, protože budou na autíčko působit nejrůznější odporové síly, například valivý odpor, odpor vzduchu.

Na zatáčecí mechanismus jsou zapotřebí dva hranoly o rozměrech 9 x 9 x 57 mm, dvě destičky s dírami na šrouby a zahnutý držák z plechu pro spojení těchto destiček. Všechny tyto součástky jsou ocelové. Také jsem použil dva zahnuté držáky pro uchycení servomotoru.

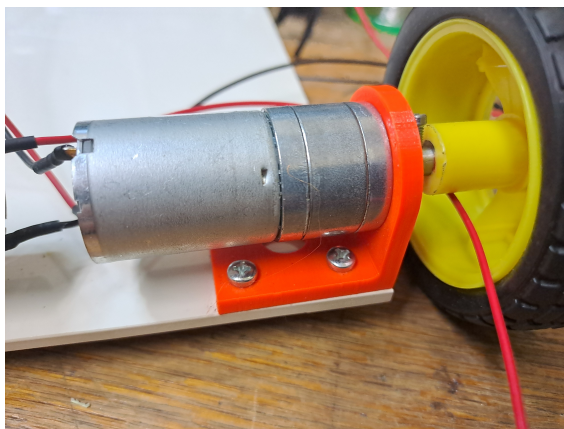
Nutnou součástí pro zatáčení předních kol je servomotor. Já jsem zvolil Micro servo SG92R, který vyžaduje napájení 4,8 až 6 V. Micro servo SG92R dále nazývám servomotor, nebo jen servo. Jeho rozměry jsou 23 x 12,2 x 27 mm. Servomotor pracuje na základě

řídícího signálu, který mu říká, do jakého úhlu se má otáčet jeho osa. Pomocí několika převodů se velká rychlost otáček motoru serva sníží na pomalejší rychlost otáčení osy s větším točivým momentem.

### 1.3 Konstrukce podvozku

Dvě kola jsem provrtal v jejich středu, aby bylo možné jimi protáhnout trubky. Do kol jsem nasadil trubky, do kterých jsem navrtal ze strany díru. Do této díry jsem u zadních kol dal šroub, který zabráňuje prokluzování motorů.

V zadní části desky jsem vyvrtal na obou stranách 4 díry, kterými jsem pomocí šroubů připevnil plastové držáky na uchycení motorů. Hřídel motorů je z jedné strany seříznutá. Trubku jsem nasadil na hřídel motorů tak, aby v díře na trubce byla seříznutá plocha hřídele motoru. Do této díry našroubujeme napevno šroub, aby zabránil prokluzování motorů. Připevnění motorů je na Obrázku 1.

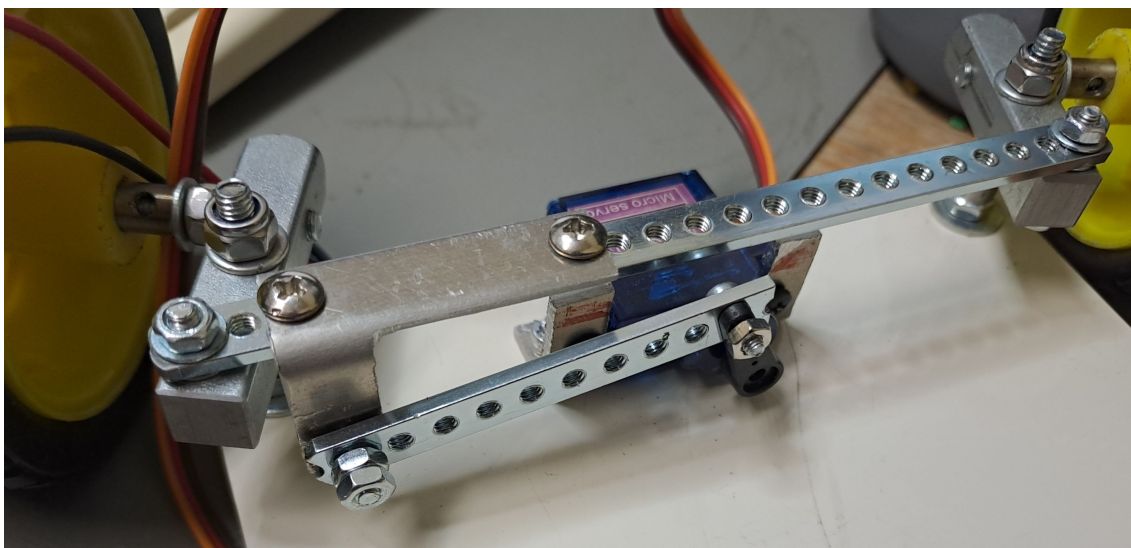


Obrázek 1: Motor připevněný k podvozku [zdroj: vlastní]

Dále jsem vyrobil mechanismus na natáčení předních kol. Do přední části desky jsem vyvrtal čtyři díry. Dvě ve střední části desky pro uchycení servomotoru a dvě na krajích pro uchycení zatáčecího mechanismu. Do prostředních děr jsem pomocí šroubů připevnil zahnuté ocelové držáky a k nim jsem přišrouboval servomotor. K ose servomotoru jsem připevnil kratší destičku s dírami na šrouby do jedné z krajních děr, ale neutáhl ji, aby se mohla otáčet kolem osy. Do děr v rozích desky jsem našrouboval dva delší šrouby připevněné matkou. Do hranolů o rozměrech jsem vyvrtal tři otvory tak, aby dva byly rovnoběžně v přední a střední části hranolu a jednu kolmo k nim na libovolném místě tak, aby nezasahoval do zbylých otvorů. Do tohoto otvoru jsem pomocí matky připevnil

přední kola. Pomocí otvoru ve střední části hranolu jsem připevnil hranoly na šrouby v rozích rovnoběžně s deskou, aby od ní byla vzdálena 30 mm. Vzdálenost od desky může být i jiná ale musí se pod hranoly vejít servomotor. Pomocí zbylých otvorů jsem mezi hranoly připevnil delší ocelovou destičku s dírami na šrouby. Tato destička zajistí, že hranoly a kola budou vždy rovnoběžně. Kratší a delší destičku s dírami na šrouby jsem spojil zahnutým držákem. Na Obrázku 2 je tento mechatizmus. Později dodělám schéma.

Když se otočí osa servomotoru, tak se pohne i kratší destička s dírami a tím i delší. Otáčivý pohyb servomotoru se díky popsanému mechanismu přenesse na posuvný pohyb delší destičky s dírami, to způsobí, že se hranoly na dlouhých šroubech pootočí a přední kola se natočí, aby mohlo autíčko zatočit.



Obrázek 2: Mechanismus, který umožňuje natáčení předních kol [zdroj: vlastní]



## 2 Elektrotechnika autíčka

### 2.1 Součástky a moduly

Jako řídicí centrum autíčka jsem zvolil micropočítač Arduino Nano dále jen mikropočítač nebo Arduino. Micropočítač Arduino Nano je výhodný svými malými rozměry, a prpto nezabírá příliš místa. Oproti menším variantě Arduino Mini, ale obsahuje USB port, proto je snadnější jej naprogramovat a nepotřebujeme k desce přidávat další programovací prostředky. Od ostatních desek Arduino se svým výkonem příliš neliší. Další nespornou výhodou je, že se dá snadno programovat pomocí Arduino Ide, který je přímo navržen pro desky Arduino.

K řízení motorů jsem musel použít motor driver, protože výstupní piny na Arduino Nano vygenerují maximální proud okolo 200 mA. Motory k největší možné rychlosti potřebují proud 500 mA. Pomocí motor driveru je možné využít plný výkon motorů.

Já jsem použil Motor driver L293D, dále jen driver. Tento driver dokáže vyprodukovat pro motory napětí 4,5 V až 25 V a dlouhodobí proud až 0,6 A (v krátkodobých špičkách i dvojnásobek).

Řídicí počítač dostává od přijímače signálu data o změně náklonu v osách x, y, z a dále je zpracovává. Program nahraný v řídicím mikropočítači dále posílá informace servomotoru a motorům, jak se má autíčko dále pohybovat.

Kapitolu dodělám později.

## 3 Ovladač

### 3.1 Součástky a moduly

Pro ovladač jsem jako řídicí mikropočítač zvolil také Arduino Nano. Napájení zajišťuje baterie 9 V. Data posílá z ovladače vysílač, který je více popsán v kapitole 4 Komunikace ovladače s autíčkem. Pro výrobu ovladače je zapotřebí pájivé pole pro uchycení komponentů a krabíčka, v které bude elektrotechnika uložena a zabrání se tak poškození modulů. Zapotřebí jsou také 4 diody, 4 rezistory a několik drátů pro propojení elektrotechnických součástek.

Další nezbytnou součástí je gyroskopický senzor MPU-6050. Tento modul je kompatibilní s mikropočítači Arduino a Raspberry Pi. Modul je integrovaný obvod, který slouží zároveň jako tříosý akcelerometr i tříosý gyroskop. Gyroskop dokáže vnímat změny v natočení až do rychlosti otáčení  $2000^\circ$  za sekundu. Akcelerometr vnímá zrychlení od  $-16$  do  $16$  g. Senzor musí být napájen 3 až 5 V stejnosměrného proudu.

Gyroskopické senzory jsou v poslední době hojně využívány. Jsou v každém chytrém mobilním telefonu, kde slouží k určení, jestli je mobil na výšku nebo na šířku, toho se dále využívá třeba pro přizpůsobení zobrazení displeje nebo při pořizování fotografií. Gyroskopický senzor se užívá i pro mnoho her, které se řídí nakloněním ovladače nebo mobilu.

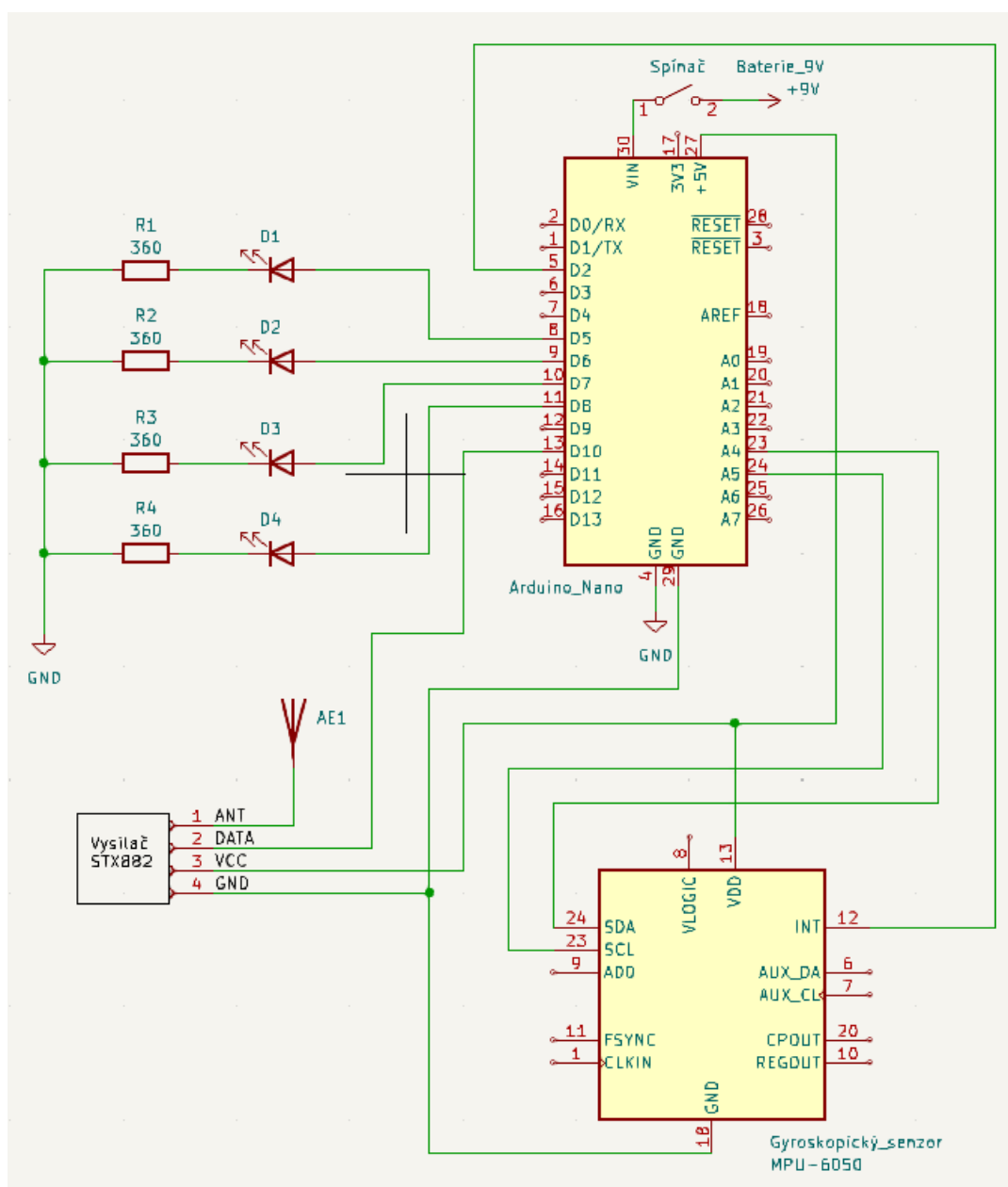
### 3.2 Zapojení elektrotechniky

Stejně jako u ovladače bylo nejprve potřeba propojit piny GND všech modulů. Gyroskopický senzor a vysílač jsem napájel přes piny VCC, nebo VDD. Gyroskop posílá pomocí pinu SCL informace o čase a pomocí pinu SDA data o náklonu Arduino. Zprávu k vysílání posílá pin D10 na pin DATA vysílače.

Komponenty jsem připojil k pájivému poli pomocí pin headeru. K připojení Arduino k baterii jsem zvolil postříbřený drát, který jsem zapájel cínem. Připojení jsem doplnil o spínač, aby bylo možné ovladač vypnout. Ostatní propojení jsem udělal pomocí smaltovaného drátu nebo vodiče s bužírkou jako u autíčka.

Pro snazší používání jsem pro uživatele doplnil ovladač o 4 diody, které svým rozsvícením značí, kterým směrem by mělo autíčko jet. Každou diodu jsem zapojil do série s rezistorem, aby nedošlo k jízmu poškození. Všechna zapojení diody a rezistoru jsem následně propojil na jednom konci k sobě, aby měla stejný potenciál. Diody jsou připojeny k digitálním pinům D5, D6, D7 a D8. Tyto piny vracejí hodnoty logická nula

(napětí 0 až 0,3 V) a logická 1 (2,1 až 5 V), obvykle vracejí nejvyšší hodnotu. Program nahráný na mikropočítači v ovladači pustí proud do příslušných pinů a tím rozsvítí diody. Zároveň bude možné kontrolovat, jestli se hodnoty při přenosu do autíčka nezmění kvůli různému rušení signálu. Diody jsou zapojeny v rozích ovladače. Dvě vpředu značí jízdu vpřed, obráceně zadní diody, při zatáčení svítí jedna dioda v příslušném rohu.



Obrázek 3: Schéma zapojení ovladače [zdroj: vlastní]

## 4 Komunikace ovladače s autíčkem

Vybíral jsem ze tří typů vysílače a přijímače. Jednotlivé typy se lišili množstvím informací, které dodáží přeposlat, cenou a dalšími parametry.

První typ umožňoval vysílat pouze kombinace tří signálů. Celkově šlo posílat jen 8 možných informací. Při použití tohoto typu vysílače by musel data z gyroskopického senzoru o náklonu zpracovávat mikropočítač v ovladači a poslat autíčku jen jednu z možností pohybu. Například, aby jelo rovně dopředu střední rychlostí, nebo zatáčelo doprava při jízdě vpřed. Vysílače tohoto typu mají obvykle nejnižší cenu.

Další typ je vysílač, který dokáže posílat přímo hodnoty z gyroskopického senzoru o náklonu a zpracovává je až mikropočítač v autíčku.

Třetí možností jsou dva moduly, které jsou oba vysílač a přijímač v jednom. Při použití těchto modulů je možné i posílání dat z autíčka ovladači. To ale v této práci nemá využití. Nevýhodou je velká pořizovací cena.

Já jsem zvolil druhou možnost, konkrátně vysílač STX822 a přijímač SRX887. Přístroje komunikují signálem o frekvenci 433 MHz. Vysílač vyžaduje napětí 1,2 V až 6 V a odebírá proud do 34 mA. Přijímač pracuje při napětí 3,3 V až 5,5 V a odebírá proud nejvýše 4 mA. Oba moduly jsou vybaveny anténou z mědi o délce 32 cm. Antény jsou přitřeseny pro frekvence od 438 MHz do 448 MHz. Impedance antén vyhovuje vysílači. Anténu jsem k vysílači připojil címem.

Hodnoty o náklonu ovladače může vysílač posílat každých třeba 100 ms autíčku a mikropočítač v něm je vždy znovu vyhodnotí, nebo může vysílač vysílat neustále v určitých časových intervalech, ale přijímač by poslouchal jen někdy. Vypínání přijímače SRX887 je možné pomocí pinu CS.