

# Koncepcija procesora lifta sa distribuiranom strukturom



B. Petrović<sup>1</sup>, G. Nikolić<sup>2</sup>

**Rezime:** U ovom radu opisana je koncepcija distribuiranog lift procesora i predloženo jedno praktično rešenje. Rešenje se bazira na distribuiranoj strukturi koja omogućava objedinjavanje logičke funkcije i računarskog hardvera u jedan čvor. Posebna pažnja je posvećena realizaciji komunikacionog mrežnog interfejsa kako na fizičkom tako i na višim nivoima. Predložena struktura obezbeđuje rekonfigurabilnost procesora za primene u različitim tipovima liftova. Pored ovoga data je analiza osnovnih funkcionalnih zahteva koji su vezani za sigurnost sistema. Posebna pažnja je posvećena detekciji otkaza pojedinih senzora u sistemu i pouzdane signalizacije kvarova. Takođe, predviđena je i implementacija posebnog čvora koji treba da omogući povezivanja procesora lifta na neku od javnih komunikacionih mreža tipa Internet, GSM i dr.

**Ključne reči:** lift, rekonfigurabilnost, UML

## 1. UVOD

Lift je transportno sredstvo koje se koristi za vertikalni prevoz robe i putnika. Velika dostignuća u oblasti gradjevinarstva, arhitekture i inženjerstva omogućila su izgradnju velikih oblakodera sa po stotinak metara visine. Medjutim ove grandiozne kule u osnovi bi bile beskorisne da nije bilo tehnoloških inovacija koje su pratile te promene. Savremeni liftovi su krucijalni element koji život i rad čine praktično mogućim na mestima koje su desetine spratova iznad zemlje. Gradovi sa velikim brojem višespratnica, kao što je *New York*, apsolutno zavise od liftova. Sa druge strane, čak i u malim javnim zgradama, tržnim centrima, hotelima, liftovi su neophodnost kako bi ih učinili dostupnim za hendikepirane ljude.

## 2. TIPOVI SAVREMENIH LIFTOVA, BEZBEDNOST I UPRAVLJANJE

Koncepcija liftova je u osnovi jednostavna – to je pokretna kabina prikačena na sistem za podizanje koja se vertikalno kreće kroz vozno okno. Naravno, savremeni liftovi za prevoz robe i putnika su sa mnogo više detalja nego što prethodno pomenuto. Neophodno je da poseduju unapredjene mehaničke sisteme koji opslužuju znatnu težinu liftovske kabine i korisnog tereta. Dodatno, neophodan im je upravljački mehanizam tako da putnici mogu da upravljaju njime, kao i bezbedonosni sistem koji treba da pruži potpunu sigurnost i zaštitu i u najgorim slučajevima.

### A. Tipovi liftova

Postoji veći broj tipova liftova, a njihova klasifikacija se najčešće bazira na principu pokretanja kabine. Pokretanje kabine pomoću užadi je najčešće u upotrebi [1], a zastupljeni su i takozvani hidraulični [2] i liftovi sa vetikalnim vođicama. U nastavku će biti ukratko opisani principi rada svakoga od njih.

<sup>1</sup> Prof. dr Branislav Petrović, dipl. inž. elek. Elektronski fakultet, 18000 Niš, A. Medvedeva 14

<sup>2</sup> Asist. prip. Goran Nikolić, dipl. inž. elek. Elektronski fakultet, 18000 Niš, A. Medvedeva 14

Tip lifta koji je najčešće u upotrebi je lift na uže. Osnovni princip rada lifta na uže može se videti na slici 1 a). Kod ovog tipa lifta kabina se pokreće gore-dole pomoću čeličnih užadi. Odomaćeno je da se ovakav tip lifta naziva liftom na elektromotorni pogon. Užad su prikačena na kabinu lifta i obmotana oko pogonskog kotura – užetnjače. Užetnjača poseduje veći broj žljebova po svom obimu u kojima su smeštena užad. Okretanje užetnjače dovodi do povlačenja užadi u jednu ili drugu stranu, odnosno kabine naviše ili naniže. Užetnjača je preko sistema reduktora mehanički povezana sa pogonskim električnim motorom. U današnje vreme, mogu se naći rešenja za pogon užetnjače bez reduktora. U ovom slučaju specijalni tip motora direktno pokreće užetnjaču. Tipično su užetnjača, motor i upravljački sistem smešteni u tzv. mašinsku prostoriju iznad voznog okna lifta.



Slika 1. Tipovi liftova: a) lift na uže; b) lift na hidraulični pogon [3]

Užad pomoću kojih se pomera kabina takodje su vezana na kontrateg koji visi sa druge strane užetnjače. Težina kontratega odgovara 40% maksimalne nosivosti kabine. Ovo znači da kada je kabina opterećena sa 40% maksimalne nosivosti, kontrateg i kabina su savršeno izbalansirani. Namena ovog balansiranja je da sačuva energiju. Naime sa jednakim opterećenjem na svakoj strani kotura, neophodan je samo mali deo snage da naruši balans na jednu ili drugu stranu. U suštini motor samo treba da savlada trenje.

Kabina lifta i kontrateg klize po šinama vodjicama koje su smeštene sa obe strane voznog okna lifta. Šine sprečavaju kolebanje lifta i kontratega napred nazad i takodje zajedno sa sigurnosnim sistemom blokira kabinu u vandrednoj situaciji.

Sistem lifta na hidraulični pogon podiže kabinu koja je smeštena na nosač. Nosač je u vezi sa hidrauličnim klipom koji je ugrađen u cilindar. Osnovni princip rada hidrauličnog lifta može se videti na slici 1 b).

Cilindar se nalazi u hidrauličnom kolu pumpe koja kao nekompresabilni fluid koristi ulje. Hidraulični sistem se sastoji iz tri dela:

- Rezervoar za ulje
- Elektromotorna pumpa.
- Ventili

Aktiviranjem pumpe stvara se dovoljan pritisak koji obezbeđuje ubacivanje ulja iz rezervoara u glavnu cev cilindra. Kada je ventil otvoren ulje će pod pritiskom krenuti putem manjeg otpora i vratiti se u rezervoar za ulje. Kada je ventil zatvoren, ulju pod pritiskom ostaje samo put u cilindar. Kako se količina ulja u cilindru povećava ona gura pokretni klip naviše i na taj način se kabina lifta podiže.

Kada kabina pristigne na korektan sprat, upravljački sistem šalje signal električnom motoru da postepeno isključi pumpu. Sa isključenim stanjem pumpe nema više priticanja ulja u cilindar, a ulje koji je već u cilindru ne može da se vrati nazad kroz pumpu niti kroz

ventil koji je zatvoren. Dakle pokretni klip ostaje u tom položaju obezbeđujući da je kabina na odgovarajućem spratu.

Da bi spustio kabinu, upravljački sistem treba da pošalje ventilu signal otvaranja. Ventil je elektromagnetnog tipa. Upravljanje ventilom ostvaruje se dovođenjem napajanja solenoidu što mehanički pokreće jezgro i omogućava otvaranje i zatvaranje ventila. Kada je ventil otvoren, fluid koji se nalazi u cilindru može da istekne u rezervoar. Sama težina lifta i, eventualno, prisutnog tereta gura pokretni klip naniže, a samim tim i obezbeđuje dovoljan pritisak da se ulje istisne u rezervoar. Posledica svega je lagano spuštanje kabine. Da bi zaustavio kabinu na neki od nižih spratova, upravljački sistem u odgovarajućem trenutku zatvara ventil.

Liftovi sa vertikalnim vodjicama: Konstrukcija lifta sastoji se od vertikalne vođice koja je ankerovana u vertikalnu konstrukciju objekta i kabine koja je najčešće zatvorena. Danas se izvode i liftovi kod kojih vođica ne mora da bude vertikalna već može da prati liniju objekta (mostovi i sl.). Postoje standardne konstrukcije, ali i konstrukcije koje su izvedene prema objektu na koji se montiraju.

Savremeni rešenja imaju pogonski deo koji se nalazi na vrhu kabine čime je izbegnuta potreba za mašinskom prostorijom. Takođe, nemaju kontra teg i sopstvena težina lifta i težina korisnog tereta prenosi se na tlo preko vertikalne vođice. U slučaju gubitka električne energije, kabina može da se spusti na tlo gravitacijom, uz kontrolu brzine kretanja, ili pomoću dodatnog akumulatora.

Liftovi na elektromotorni pogon pružaju dve značajne prednosti. Prvo, električna energija je svuda dostupna. Drugo, liftovi na hidraulični pogon imaju ograničenja u visini koju mogu da dosegnu (2 do 8 spratova), a takodje sa manjim su kapacitetom, zauzimaju veći prostor zbog mašinske prostorije i troškovi njihovog održavanja su znatno veći. Što se primene elektromotora tiče, skoro svi liftovi koriste jedan od dva tipa AC motora: motori sa reduktorom koji se koriste kod liftova čija brzina ne premašuje 2 m/s, dok se motori sa direktnim pogonom koriste za liftove gde je potrebna veća brzina čak i do 10 m/s.

#### B. Sigurnosni sistem

Liftovi se karakterišu izuzetnom bezbednošću. Njihova bezbedonosna karta ukazuje nam da prevoze milione ljudi svakog dana sa izuzetno malom stopom incidenata. Iako su fatalni ishodi usled kvara mogući, broj takvih slučajeva u poređenju sa nesrećama drugog tipa (saobraćajne nesreće) je neuporedivo manji. Značaj izuzetnog nivoa bezbednosti ogleda se sa jedne strane u čuvanju ljudskih života i robe, ali sa druge strane obezbeđuje lakše održavanje sistema i mnogo kraće vreme otklanjanja uzroka otkaza.

Električni liftovi su, u mehaničkom smislu, opremljeni sa dva primarna sigurnosna mehanizma: 1) *governor* koji kontroliše brzinu kretanja lifta, odnosno kabine, i 2) sigurnosna kočnica koja se sastoji od mehanizma za uklještenje vođice kabine sa šinama. Do aktiviranja sigurnosne kočnice dolazi u slučaju kidanja užadi koje nose kabinu. Liftovi takodje uključuju elektromehaničke sisteme za blokadu vrata kojima se sprečava pokretanje lifta za slučaj da vrata nisu kompletno zatvorena, kao i da spreče otvaranje spoljašnjih vrata na svakom spratu ako lift nije prisutan.

#### C. Upravljanje liftovima

Tipično, savremeni liftovi za prevoz putnika, sa stanovišta korisničkog interfejsa trebalo bi da omogućе upravljanje liftom iz kabine i pozivanje lifta sa stanica. Za pozivanje lifta sa stanice treba obezbediti pozivno dugme na svakoj stanici. Za upravljanje liftom iz kabine neophodni su sledeći elementi:

Pozivno dugme kojim se bira određeni sprat. U nekim liftovima izvesni spratovi mogu biti nedostupni sem ako putnik ne poseduje sigurnosnu karticu ili ne unese šifru za

odobrenje; Stop dugme za zaustavljanje lifta i često se koristi da zadrži lift u stanicu duže od unapred definisanog vremena; Dugme za aktiviranje alarma kojim putnici mogu da signaliziraju da su zaglavljani u kabini; Dugme za otvaranje i zatvaranje vrata kabine ako se radi o liftu sa automatskim vratima.

Kao dodatnu opremu, neki liftovi mogu da imaju i sledeće servise:

Telefon koji, zaglavljani putnici, mogu da koriste da pozovu pomoć; taster-prekidač za aktiviranje posebnog načina rada u slučaju požara; Taster-prekidač za hitne medicinske slučajeve; *RFID* čitač kartica koji omogućuje odabir određeni sprata samo u slučaju detektovanja autorizacionog sigurnosnog *tag*-a.

#### D. Algoritam rada lifta

Algoritam rada lifta, je jednostavan algoritam koji se odnosi na sisteme sa jednim liftom pomoću koga se donosi odluka o kretanju lifta, i sumarno se sastoji iz sledećih koraka:

- Nastavi da voziš u istom smeru dok postoji zahtev u istom smeru
- Ako nema daljih zahteva u istom smeru zaustavi se i ostani pasivan ili promeni smer kretanja ako postoji zahtev u suprotnom smeru.

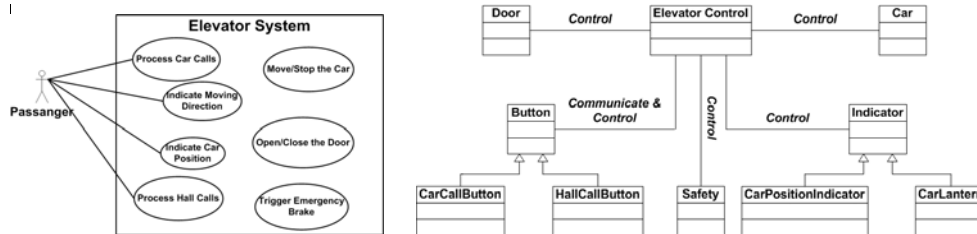
Ovakav tradicionalni kontroler lifta implementira pravila *dispatch*-ovanja koja koriste *IF-ELSE* logički komandni skup, što je prihvatljivo za male zgrade sa jednim liftom. Međutim, činjenica je da je, na ovaj način, izuzetno teško upravljati saobraćajem u zgradama sa tzv. grupom liftova, kao što su javne institucije (upravne i poslovne zgrade, bolnice ili hoteli ), zgrade srednjih i velikih dimenzija,. Zato savremeni liftovi koriste kompleksne heurističke algoritme da odluče koji će od zahteva sledeći da se opsluži. Da bi se to ostvarilo neophodno je da imamo jedinstveni upravljački sistem na nivou grupe. Cilj je da se minimizira prosečno vreme koje putnik potroši u čekanju od trenutka kada je pozvao lift do trenutka kada se njegov zahtev opslužio. Različiti sistemi koriste različite nivoe sofisticiranosti. Na primer, kontroler može da bude programiran da različito odgovara u različito doba dana. Takav slučaj se javlja u velikim poslovnim zgradama u ranim jutarnjim satima kada veliki broj poziva pristigne iz prizemlja.

Shodno prethodnom razmatranju u nastavku su dati osnovni funkcionalni zahtevi koje se postavljaju pred upravljačku jedinicu lifta. Upravljačka jedinica, koju ćemo u daljem tekstu zvati *procesor*, odgovorna je za implementaciju algoritma upravljanja liftom, sigurnosnog sistema, neophodne signalizacije i mogućnosti povezivanja na neku od javnih komunikacionih mreža .

### 3. SPECIFIKACIJA FUNKCIONALNIH ZAHTEVA

Opšte je poznato da lift predstavlja tipičan primer *embedded* sistema za rad u realnom vremenu *hard* tipa. Zbog jasnih ograničenja u vremenu odziva i ozbiljnih posledica, zbog ne ispunjavanja istih, važno je da se još na nivou arhitekture sistema izvrši detaljna analiza koja će da dovede do efikasnog i pouzdanog projektovanja. Za te potrebe, kao adekvatno rešenje, nameće se korišćenje specifičnih *software*-skih alata koji automatizuju projektovanje sistema. Ovi alati potpuno definišu enkapsulaciju elemenata pružajući mogućnost projektantu da prati i kontroliše usloznavanje sistema kako se obim projekta povećava. Iz širokog spektra dostupnih alata, za opis našeg sistema, korišćen je grafički jezik za modelovanje *Unified Modeling Language (UML)*. *UML Model Diagram* je sastavni deo *Microsoft Visio 2003* programa, a za kompletnu analizu korišćen je *Modeler Rhapsody Edition by Telelogic 7.0* [4].

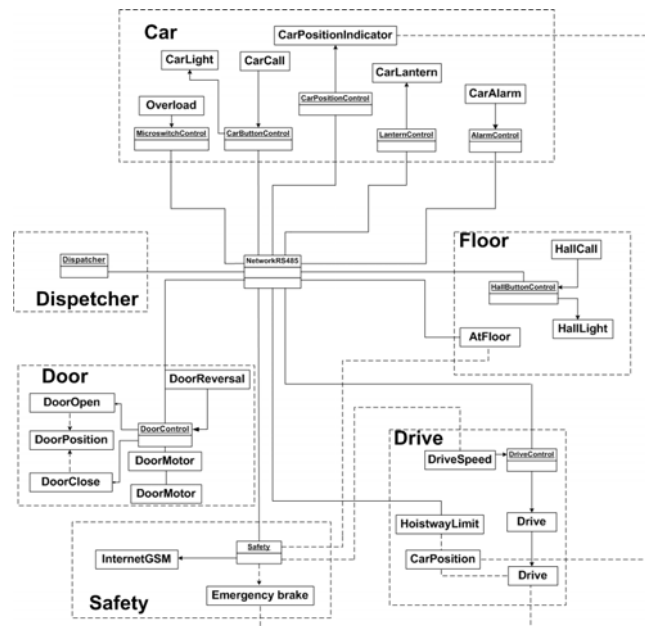
Ukratko, *UML* je grafički jezik namenjen za specificiranje, vizuelizaciju, konstrukciju i dokumentovanje artifakta i komponenti kako *software*-skih tako i *ne-software*-skih sistema.



Slika 2. a) Use Case Diagram; b) Class Diagram

Jezik modelovanja pruža mogućnost praćenja sistema kako na strukturnom tako i na nivou ponašanja sistema. UML specifikacija obuhvata devet dijagrama za analiziranje, projektovanje i ugradnju sistema. U ovom radu korišćene su sledeći dijagrami: *Use Case*, *Object model* i *System Architecture View*.

*Use Case* dijagram pokazuje skup *use case*-ova i aktera, kao i njihovu medjusobnu interakciju. Ovi dijagrami su važni u organizaciji i modelovanju ponašanja sistema. Tehnika *use case* se koristi da prikaže funkcionalne zahteve sistema. U sistemu lifta putnik je jedini akter koji interaguje sa sistemom. Putnik interaguje sa sistemom lifta tako što pritiskom na dugme poziva lift sa neke od stanica (*Hall Call*) ili daje određite iz kabine (*Car Call*). Takođe on mora da donese odluku da li će da udje/napusti kabinu prateći indicaciju smeru kretanja kabine i pozicije kabine. Prema tome *use case* dijagram pokazuje da akter interaguje sa četiri *use case* sistema, kao što je prikazano na slici 2a).



Slika 3. Pogled na arhitekturu sistema

Na slici 2b) dat je *class* dijagram koji direktno proističe iz *Use Case*. Klase obuhvaćene ovim dijagramom pokrivaju sve funkcionalne aspekte sistema: za pokretanje ili zaustavljanje kabine, klasa *Car*; za upravljanje, klasa *ElevatorControl*; za otvaranje i

zatvaranje vrata, imamo klasu **Door**, za prikaz informacije o poziciji i smeru kretanja lifta putniku, klasu **Indicator**, za poziv lifta iz kabine ili sa stanice od strane putnika, klasa **Button**; takodje imamo klasu **Safety** koja procesira sigurnosnu kočnicu i, putem mrežnog interfejsa, alarmira odgovarajuće službe.. *System architecture view* obezbeđuje najsloženiji, ali i najprecizniji opis ne samo *software*-a nego i strukturu celog sistema. Grupisani objekti **Car**, **Door**, **Dispatcher**, **Drive**, **Floor**, i **Safety** zaokruženi su isprekidanom linijom. Možemo da uočimo da struktura objekata predstavlja distribuirani sistem. Umesto da imamo jedan centralni objekat koji će da brine o svakom upravljačkom zadatku u sistemu svaki od objekata ima svoje funkcionalno polje i komunicira i saradjuje sa drugim objektima u sistemu putem odgovarajućeg mrežnog interfejsa.

#### 4. ZAKLJUČAK

Prikazana distribuirana struktura sistema lifta, korišćenjem *UML* jezika, umnogome pojednostavljuje korake do konačnog rešenja i projektovanje čini efikasnijem. Predložena struktura obezbeđuje rekonfigurabilnost procesora za primene u tri pomenuta tipa liftovskih postrojenja koja su u vezi sa principom upravljanja motorom za pokretanje kabine. To su klasično kontaktor upravljanje, inverter upravljanje i upravljanje hidrauličnim sistemom. Pored ovoga, data je i struktura čvora koji upravlja različitim tipovima automatskih i poluautomatskih vrata na kabini lifta. Implementacija modema za povezivanje procesora lifta na neku od javnih komunikacionih mreža predstavlja inovaciju koja će omogućiti daljinsko praćenje i kontrolu rada sistema. Takodje na ovaj način povećava se bezbednost putnika.

Predloženi koncept i praktično rešenje u velikoj meri osavremenjuju sektor elektronike, smanjuju cenu ugradnje i povećavaju bezbednost. Dalji koraci su optimizacija algoritma upravljanja i realizacija bežičnog senzorskog čvora detekcije dima u kabini u cilju povećanja bezbednosti.

#### LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za liftove na električni pogon za vertikalni prevoz lica i tereta (Službeni list SFRJ br. 16/86 i 28/89)
- [2] Evropski propisi za hidraulične liftove EH 81/2
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Elevator>
- [4] [www.telelogic.com](http://www.telelogic.com)

## DISTRIBUTED STRUCTURE CONCEPTION OF THE LIFT PROCESSOR

***Abstract:** In this paper a conception of the distributed lift processor is described and one practical solution is proposed. Solution is based on distributed structure where it is feasible to encapsulate a logical function and the associated computer hardware into a single unit, a node. Especially attention is dedicated to communication network interface realization on physical layer and all higher layers. Suggested structure lends reconfigurability of the processor for three types of lift installation usage. Especially attention is dedicated to malfunction detection of any sensor in the system and reliable signalization of the failures. Besides, a node that provide lift processor link to some of public communication network such as Internet, GSM/GPRS et al, is incorporated.*

***Key words:** elevator, lift, reconfigurability, UML*