

Sloj za rukovanje kontrolerima

POGLAVLJE 13

Podela ulaznih i izlaznih uređaja računara

- Ulazni i izlazni uređaji računara se dele na **blokovske** i **znakovne** uređaje.
- Ovakva podela je uslovljena razlikama između ove dve vrste ulaznih i izlaznih uređaja u pogledu **jedinice pristupa**, u pogledu **načina pristupa** i u pogledu **upravljanja**.
- Tako je za **blokovske** uređaje jedinica pristupa **blok**, a za **znakovne** uređaje jedinica pristupa je **znak**.
- Dalje, dok značajan broj **blokovskih** uređaja dozvoljava **direktan** pristup, **znakovni** uređaji podržavaju samo **sekvencijalni** pristup.

Podela ulaznih i izlaznih uređaja računara

- Na kraju, za razliku od blokovskih uređaja, znakovni uređaji dozvoljavaju **dinamičko podešavanje** njihovih pojedinih funkcionalnih karakteristika, kao što je, na primer, **brzina prenosa** znakova od računara i ka računaru.
- Prethodne razlike utiču na **oblikovanje drajvera**, zaduženih za rukovanje kontrolerima.
- Važno je uočiti da klasifikacija uređaja na **znakovne** i **blokovske** ne obuhvata **sve** uređaje.
- Na primer, **mrežni kontroler**, **sat** ili **miš** ne spadaju ni u znakovne ni u blokovske uređaje.
- Zato se drajveri ovakvih uređaja **razlikuju** od drajvera znakovnih i blokovskih uređaja.

Drajveri

- Zajedničko svojstvo drajvera je da je svaki od njih namenjen za rukovanje **određenom** klasom uređaja.
- Pri tome, obično, jedan drajver može da opsluži **više primeraka** uređaja iste klase.
- Drajveri se nalaze u tesnoj saradnji sa **kontrolerima** ulaznih i izlaznih uređaja i **kriju** sve **detalje** i posebnosti funkcionisanja ovih kontrolera.
- Van drajvera su vidljive samo operacije, kao što su, na primer, operacije **ulaza** ili **izlaza**, koje omogućuju jednoobrazno korišćenje ulaznih i izlaznih uređaja.

Drajveri

- Tipične operacije drajvera blokovskih uređaja su:
 - operacija **inicijalizacije** (koja se poziva u toku pokretanja operativnog sistema) i
 - operacije **ulaza** i **izlaza** blokova (koje koristi sloj za rukovanje datotekama).

Drajveri

• Tipične operacije drajvera znakovnih uređaja su:

– operacija **inicijalizacije** (koja se poziva u toku pokretanja operativnog sistema),

– operacije **ulaza** i **izlaza** znakova (koje koristi sloj za rukovanje datotekama)

– **upravljačka operacija** (koja omogućuje dinamičko podešavanje funkcionalnih karakteristika znakovnih uređaja, na primer, njihove **brzine** prenosa znakova).

Drajveri

- Za **adresu** svake od ovih operacija predviđeno je posebno polje u elementu **tabele** drajvera.
- Podrazumeva se da **redni broj drajvera** indeksira element ove tabele, koji sadrži polja sa adresama pojedinih operacija datog drajvera.
- Pri tome, polja, namenjena za adrese operacija, koje dotični drajver **ne podržava**, sadrže adresu posebne **lažne operacije**, čije obavljanje **nema efekta**.
- To važi, na primer, za **upravljačku operaciju** kod **drajvera diska**, ili za operaciju **ulaza** kod drajvera **štampača**.

Tabela drajvera

adrese operacija inicijalizacije			
adrese operacija ulaza		adrese operacija izlaza	
		adrese upravljačkih operacija	
	· · ·		

Drajveri

- Tabela drajvera nudi standardan način za povezivanje sloja za rukovanje **datotekama** i sloja za rukovanje **kontrolerima**, radi vezivanja operacija **običnih** i **specijalnih** datoteka za operacije drajvera **ulaznih** i **izlaznih** uređaja.
- Zahvaljujući ovoj tabeli, moguće je u operativni sistem dodavati (**statički** i **dinamički**) **nove drajvere**.
- Uslov za to je **dopunjavanje** tabele drajvera adresama operacija **novog drajvera**, dodavanje **objektnog oblika** novog drajvera **objektnom obliku** operativnog sistema i, u slučaju **dinamičkog** dodavanja, pozivanje operacije **inicijalizacije** radi aktiviranja drajvera.

Drajveri

- U sklopu opsluživanja kontrolera, drajveri moraju da reaguju i na **prekide**, koji stižu od kontrolera.
- Prekidi, na primer, objavljuju da je **završen prenos podataka** ka kontroleru, ili od kontrolera.
- U ovakvom slučaju, obrada prekida obuhvata ili **preuzimanje** podataka, pristiglih **od kontrolera**, ili **pripremu** prenosa novih podataka **ka kontroleru**.
- Za ovakve obrade su zaduženi **obrađivači prekida drajvera**.

Drajveri

- Za ovakve obrade su zaduženi obrađivači prekida drajvera.
- Za razliku od operacija drajvera, koje se pozivaju iz slojeva **iznad** sloja za rukovanje kontrolerima, obrađivače prekida poziva **mehanizam prekida**, znači hardver **ispod** operativnog sistema.
- Zato **operacije** drajvera obrazuju **gornji** deo drajvera, a **obrađivači prekida** obrazuju **donji** deo drajvera.
- Uslov, da hardverski mehanizam prekida pozove nekog od obrađivača prekida, je da **adresa** ovog obrađivača **dospe** u odgovarajući element **tabele prekida**.
- To se ostvaruje u okviru drajverske operacije **inicijalizacije**.

Drajveri blokovskih uređaja

- Aktivnost drajvera **blokovskih** uređaja započinje **inicijalizacijom** njihovih kontrolera.
- To se obavi pozivanjem drajverske operacije **inicijalizacije**.
- Nakon toga, aktivnost drajvera blokovskih uređaja se svodi na **prenos blokova** ka ovim uređajima i **od** njih.
- Zato su za drajverske operacije **ulaza** i **izlaza** blokova obavezni argumenti **redni broj prenošenog bloka** i **adresa bafera** u koji, ili iz kog se prenosi blok.
- Pomenuti bafer pripada sloju za **rukovanje datotekama**.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajversku operaciju **ulaza** bloka poziva sistemska operacija **čitanja** sloja za rukovanje datotekama.
- Ako se sistemska operacija **čitanja** odnosi na **običnu** datoteku, ona, kao **prvi argument** u pozivu drajverske operacije **ulaza** bloka, navodi **izračunati redni broj bloka**.
- U slučaju da se pomenuta sistemska operacija čitanja odnosi na **specijalnu datoteku**, ona, kao **prvi argument** u pozivu drajverske operacije **ulaza** bloka, navodi **sadržaj polja pozicije** u ovoj datoteci, koje se nalazi u elementu **tabele otvorenih datoteka** procesa pozivaoca pomenute sistemske operacije.
- U svakom slučaju, kao drugi argument pozivane drajverske operacije koristi se **adresa** nekog od **slobodnih bafera** sloja za rukovanje datotekama.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajverska operacija **izlaza bloka** se poziva kada se zahteva da **izmenjeni sadržaj** bafera sloja za rukovanje datotekama budu **sačuvani na disku**.
- Ovo se dešava i prilikom **oslobađanja bafera**, koji sadrži **izmenjenu kopiju** bloka.
- Međutim, poziv drajverske operacije **izlaza** bloka može da isprovocira i sistemska operacija **pisanja** sloja za **rukovanje datotekama**.

Drajveri blokovskih uređaja

- Ako se sistemska operacija **pisanja** odnosi na **običnu** datoteku, ona, kao prvi argument u pozivu drajverske operacije izlaza bloka, navodi **izračunati redni broj bloka** u koji se smeštaju **pisani bajti**.
- U slučaju da se pomenuta sistemska operacija **pisanja** odnosi na **specijalnu** datoteku, ona, kao **prvi argument** u pozivu drajverske operacije izlaza bloka, navodi sadržaj **polja pozicije** u ovoj datoteci, koje se nalazi u **elementu tabele otvorenih datoteka** procesa pozivaoca pomenute sistemske operacije.
- U svakom slučaju, kao **drugi argument** pozivane drajverske operacije koristi se **adresa nekog od bafera** sloja za rukovanje datotekama, u kome je pripremljen novi sadržaj **upisivanog** bloka.

Drajveri blokovskih uređaja

- Za drajverske operacije **ulaza** ili **izlaza** bloka je prirodno da se oslone na mehanizam **direktnog memorijskog pristupa (DMA)**, ako to omogućuje kontroler.
- U ovom slučaju, postavlja se pitanje **šta učiniti sa aktivnošću** procesa pozivaoca neke od ovih operacija, **nakon pokretanja mehanizma DMA**, radi prenosa bloka.
- Ako je za **nastavak aktivnosti** pomenutog procesa neophodno da prenos bloka bude **završen**, tada je neizbežno **zustavljanje aktivnosti** pomenutog procesa, nakon pokretanja mehanizma **DMA**, dok se zatraženi prenos bloka ne obavi.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajverske operacije **ulaza** ili **izlaza** bloka, koje **zaustavljaju** aktivnost svog procesa pozivaoca, dok se ne obavi zatraženi prenos bloka, spadaju u klasu **blokirajućih** operacija.
- **Zaustavljanje** aktivnosti jednog procesa u okviru drajverske operacije **ulaza** ili **izlaza** bloka prirodno dovodi do **preključivanja** procesora na drugi proces.
- U toku aktivnosti ovog drugog procesa se može, takođe, javiti **potreba za prenosom** bloka.

Drajveri blokovskih uređaja

- Ako se, u okviru drajverske operacije **ulaza** ili **izlaza** bloka, ustanovi da se zatraženi prenos **ne može pokrenuti**, jer je **ulazni** ili **izlazni** uređaj **zauzet** već **pokrenutim prenosom bloka** za potrebe **prvog procesa**, neizbežno je **zaustavljanje aktivnosti i drugog procesa**.
- Pri tome, mora **ostati trag o zahtevu** za prenosom novog bloka, da bi se taj prenos **pokrenuo po završetku već pokrenutog** prenosa.

Drajveri blokovskih uređaja

- Sticaj okolnosti može dovesti do toga da postoji **više ovakvih zahteva**, jer je **rad ulaznog** ili **izlaznog** uređaja **sporiji** od **rada procesora**.
- Znači, moguće je da se, u toku prenosa jednog bloka, **procesor više puta preključi** na razne procese, čije aktivnosti se, **jedna za drugom, zaustavljaju** zbog zahteva za prenosom novih blokova.
- Uvezivanje svih **istvoreneno postojećih zahteva** za prenosom blokova u **listu zahteva** omogućuje ne samo **registrowanje svih zahteva**, nego i **registrowanje redosleda njihovog obavljanja**.

Drajveri blokovskih uređaja

- Pri tome, svaki zahtev u ovakvoj listi zahteva mora da sadrži:
 - **smer** zahtevanog prenosa bloka,
 - **redni broj** ovog bloka,
 - **adresu bafera** koji učestvuje u prenosu
 - **adresu deskriptora procesa**, čija aktivnost se zaustavlja do obavljanja zahtevanog prenosa bloka.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajverske operacije **ulaza** ili **izlaza** bloka započinju pripremanjem **zahteva** za prenos bloka i njegovim ubacivanjem u **listu zahteva**.
- Time se, ujedno, **zaustavlja aktivnost procesa pozivaoca** ovakve operacije, ako nije moguće pokrenuti zahtevani prenos bloka, **jer je drugi prenos u toku**.
- U suprotnom, pokreće se mehanizam **DMA**, radi obavljanja **zahtevanog prenosa bloka**, i opet se **zaustavlja** aktivnost procesa pozivaoca.

Drajveri blokovskih uređaja

- Nastavak ove aktivnosti omogućuje odgovarajući **obrađivač prekida**.
- Njega pozove kontroler, izazivajući **prekid nakon obavljanja** zahtevanog prenosa bloka.
- Pomenuti **obrađivač prekida** prvo **izbaci iz liste zahteva** upravo **opsluženi** zahtev, **pamteći**, pri tome, **adresu deskriptora procesa**, čija aktivnost se može nastaviti.

Drajveri blokovskih uređaja

- Pre omogućavanja **nastavljanja** ove aktivnosti, obrađivač prekida **pokreće prenos** novog bloka, ako **lista zahteva nije prazna**.
- Važno je uočiti da **rukovanje listom zahteva** u toku drajverskih operacija ulaza ili izlaza bloka mora biti pod **onemogućenim prekidima**, da bi **obrađivač prekida** uvek zaticao tu listu u **ispravnom (konzistentnom)** stanju.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajver blokovskog uređaja mora da poznaje **karakteristike uređaja** koga opslužuje.
- Na primer, kada opslužuje **magnetni disk**, drajver mora da zna **koliko sektora ima u stazi**, **koliko staza ima u cilindru** i **koliko cilindara ima na disku**.
- Na osnovu tih podataka, drajver preračunava **redni broj bloka** u **redne brojeve cilindara**, **staza** i **sektora**, da bi izazvao pozicioniranje glava diska na potrebni cilindar i usmerio prenos podataka na odgovarajuće staze i sektore.
- Jedan blok može da sadrži **više sektora**.
- Preračunavanje rednog broja bloka u redne brojeve cilindara, staza i sektora može biti i u nadležnosti kontrolera.

Drajveri blokovskih uređaja

- U nadležnosti drajvera blokovskog uređaja je i određivanje **načina preslikavanja blokova** u **sektore**, mada i to može obavljati kontroler.
- Ovo preslikavanje je bitno, jer od njega zavisi **propusnost**, odnosno **broj blokova** koji se mogu **preneti** u **jedinici vremena** do ili od uređaja, kao što je **magnetni disk**.
- Tako, na primer, zbog **dužine prenosa** jednog sektora između kontrolera i radne memorije, moguće je da **glava diska pređe preko početka drugog sektora**, koji prostorno sledi **odmah iza** prenošenog sektora, pre nego se pomenuti prenos završi.

Drajveri blokovskih uređaja

- Tada se pristup **drugom sektoru** mora **odložiti** za **jedan obrtaj**, dok njegov **početak ponovo ne dođe** ispod glave diska.
- To znači da je moguć pristup samo **jednom bloku u jednom obrtaju**, ako se pretpostavi da **sektor** odgovara **bloku** i ako se pristupa **uzastopnim blokovima**, koji su preslikani u prostorno uzastopne sektore.
- Zato je bolje da uzastopni blokovi **ne budu** preslikani u prostorno uzastopne sektore (**interleaving**).

Drajveri blokovskih uređaja

- Ako se uzastopni blokovi preslikavaju u sektore, međusobno **razdvojene jednim sektorom (interleaving factor 1)**, i ako se prenos jednog sektora **završi pre** nego kraj njegovog prostornog sledbenika prođe ispod glave diska, tada se u toku jednog obrtaja može pročitati **$n/2$ uzastopnih blokova**, uz pretpostavku da **staza sadrži n sektora** i da sektor odgovara bloku.

Drajveri blokovskih uređaja

- Broj sektora (**interleaving factor**), koji razdvajaju sektore, dodeljene uzastopnim blokovima, zavisi od **odnosa vremena prenosa bloka** (između kontrolera i radne memorije) i **vremena za koje sektor prođe ispod glave diska**.
- Ako kontroler **automatski prebacuje sve sektore staze, iznad koje se kreće glava diska, u svoju lokalnu radnu memoriju (track_at_time caching)**, tada nema smetnje da se uzastopni blokovi preslikaju u prostorno uzastopne sektore.

Drajveri blokovskih uređaja

- Propusnost magnetnog diska zavisi i od **redosleda usluživanja zahteva** za prenosom blokova, jer, sem vremena prenosa bloka (**transfer time**), vremena za koje staza prođe ispod glave diska (**rotational delay**), na propusnost diska značajno utiče i **vreme premeštanja glave diska sa staze na stazu (seek time)**.
- Da bi se ovo vreme **minimiziralo**, potrebno je **što manje pokretati** glavu diska.
- To znači, da je bolje da se zahtevi za prenosom blokova **ne uslužuju hronološki**, nego u redosledu, koji obezbeđuje **minimalno pokretanje glave** diska.

Drajveri blokovskih uređaja

- Zato se lista ovakih zahteva sortira u **rastućem redosledu staza**, na kojima se nalaze blokovi, čije prenošenje se zahteva, a glava diska se pomera iz početne pozicije samo u **jednom smeru**, dok svi zahtevi u smeru njenog kretanja ne budu usluženi.
- Posle toga, ona **menja smer** pomeranja, radi usluživanja zahteva, koji su pristigli **nakon što** je glava diska prešla preko staza na kojima se nalaze blokovi, čije prenošenje se zahteva.

Drajveri blokovskih uređaja

- Na ovaj način se, pored **optimizacije** kretanja glave diska, obezbeđuje i **pravedno** usluživanje svih zahteva, jer nema mogućnosti za nepredvidivo **dugo odlaganje** usluživanja pojedinih zahteva.
- Prethodno opisani pristup se naziva **elevator algoritam**, jer se po njemu upravlja kretanjem **liftovima u visokim zgradama**.
- O **optimizaciji** kretanja glave diska može da se brine i **kontroler**.
- U ovom slučaju, drajver samo **ubacuje zahteve u listu zahteva**, a kontroler se brine o **redosledu** njihovog usluživanja.

Drajveri blokovskih uređaja

- To je naročito važno, kada se kontroler brine o **zameni loših sektora** ispravnim rezervnim sektorima, koji se nalaze na posebnim rezervnim stazama.
- U ovom slučaju, jedino **kontroler zna** kojoj stazi stvarno pripada koji sektor, jedino on može da **optimizira** kretanje glave diska.
- Zadatak **drajvera** je da iskoristi sve **mogućnosti kontrolera**.
- Tako, ako kontroler podržava **više magnetnih diskova** i omogućuje istovremena **nezavisna pozicioniranja glava** raznih diskova, tada to drajver može da iskoristi za **smanjenje srednjeg vremena** premeštanja glave diska sa staze na stazu.

Drajveri blokovskih uređaja

- Drajver može da poveća **pouzdanost** diska, ako reaguje na **prolazne greške** u radu diska.
- Na primer, u slučaju pojave **zrnca prašine** između glave magnetnog diska i magnetne površine, ulaz ili izlaz **neće biti uspešan**.
- Međutim, **višestrukim ponavljanjem operacije**, drajver može da otkloni prethodnu grešku, jer je verovatno da će se **zrnca prašine pomeriti** u narednim pokušajima ulaza ili izlaza.

Drajveri blokovskih uređaja

- Na sličan način drajver može da reaguje i na pozicioniranje glave diska **na pogrešnu stazu**, kao i na neke druge greške kontrolera.
- Drajver može i da smanji trošenje magnetnih disketa, kod kojih glava disketne jedinice klizi po površini sa magnetnim premazom, **zaustavljanjem obrtanja diskete**, čim nestanu zathevi za prenos blokova na nju i sa nje.

Blokovski i znakovni uređaji kao specijalne datoteke

- Za **blokovske** uređaje, poput **magnetnog diska**, je tipično da ih koriste **istovremeno** postojeći procesi u toku pristupa (**raznim**) **datotekama**.
- Zato je i moguće da se u **listi zahteva** istovremeno zateknu zahtevi **raznih procesa**.
- **Blokovskim** uređajima se retko pristupa kao **specijalnim datotekama**, a kada se to i desi, koristi ih samo **jedan proces**, čiji je zadatak najčešće **formatiranje uređaja** ili provera **ispravnosti blokova**, radi pronalaženja **izgubljenih** ili **loših blokova**.

Blokovski i znakovni uređaji kao specijalne datoteke

- Za razliku od **blokovskih** uređaja (**diskovi**), za **znakovne** uređaje (**ekran, štampač**) je tipično da im procesi pristupaju kao **specijalnim datotekama** i da ih **zaključavaju**, da bi obezbedili **međusobnu isključivost** u toku njihovog korišćenja.
- Takav način upotrebe znakovnih uređaja je uobičajen ne samo za **terminale**, za koje je prirodno da ih opslužuje samo **jedan proces**, nego i za **štampače**, za koje je prirodno da ih koristi **više procesa**.

Blokovski i znakovni uređaji kao specijalne datoteke

- Zato se, u slučaju **znakovnih uređaja**, kao što su **šampači**, uvode posebni sistemski procesi **posrednici (spooler)**, koji posreduju u korišćenju pomenutih uređaja.
- Svaki od ovih procesa pristupa svom **znakovnom uređaju** kao **specijalnoj datoteci**, koju **zaključava**, da bi obezbedio **međusobnu isključivost** u toku njenog korišćenja.
- Istovremeno, uz svaki od sistemskih procesa **posrednika** postoji i poseban **imenik**.
- Kada neki korisnički proces želi da **odštampa tekst**, on prvo **pripremi datoteku** sa odgovarajućim sadržajem, a zatim tu **datoteku ubaci u pomenuti imenik**.

Blokovski i znakovni uređaji kao specijalne datoteke

- Odgovarajući sistemski proces **posrednik vadi datoteke** iz svog imenika (**jednu po jednu**), da bi njihove **sadržaje (jedan po jedan)** uputio, posredstvom svoje specijalne datoteke, na željeni uređaj.
- Pri tome se **korisnički procesi** (s jedne strane) i **sistemski proces posrednik** (s druge strane) nalaze u odnosu **proizvođač** i **potrošač**, jer prvopomenuti procesi "**proizvode**" datoteke, koje "**troši**" drugopomenuti proces.
- Da bi ovakva saradnja procesa bila uspešna, neophodno je da sloj za rukovanje datotekama obezbedi **sinhronizaciju procesa** tokom njihovog pristupa imenicima, koji posreduju u razmeni datoteka.

Drajveri znakovnih uređaja

- **Blokovski i znakovni** uređaji se razlikuju ne samo po **načinu korišćenja**, nego i po **načinu aktiviranja**.
- Tako, dok **blokovske uređaje** uvek aktiviraju **procesi**, aktivnost **znakovnih uređaja** zavisi i od aktivnosti **korisnika**.
- Na primer, **prispeće znakova** sa tastature ne zavisi od **aktivnosti procesa**, nego od **aktivnosti korisnika**.
- Slično, upućivanje znakova **na ekran** zavisi i od **aktivnosti korisnika (eho)**, ali i od **aktivnosti procesa**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Zato u sastav drajvera znakovnih uređaja obavezno ulaze i **baferi**.
- Oni su namenjeni za smeštanje **znakova**, koji su, nezavisno od aktivnosti procesa, **prispeli sa ovih uređaja**, odnosno, koji su **upućeni ka ovim uređajima**.
- U ovakvim baferima **znakovi se čuvaju** dok ih procesi ili uređaji **ne preuzmu**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Tako, na primer, za **drajver terminala** je potreban **par takvih bafera** za **svaki od terminala** koje drajver opslužuje.
- Pri tome, jedan, **ulazni bafer služi za smeštanje znakova**, prispelih sa tastature, a drugi, **eho bafer služi za smeštanje znakova**, upućenih ka ekranu.
- Svaki **pritisak dirke** sa tastature **izaziva prekid**, koji aktivira **obrađivača prekida** tastature.
- Ako je ulazni bafer **pun**, obrađivač prekida tastature **ignoriše prispeli znak**. Inače, on ga preuzima i smešta u **ulazni bafer**.

Drajveri znakovnih uređaja

- U ulaznom baferu **znak čeka** da neki proces **zatraži njegovo preuzimanje**.
- Preuzimanje** znaka iz ulaznog bafera omogućuje drajverska **operacija ulaza** znaka.
- U okviru ove operacije se **zaustavlja aktivnost procesa** njenog pozivaoca, ako je **ulazni bafer prazan**.
- Tada **nastavljanje** ove aktivnosti omogućuje **obrađivač prekida tastature**, po smeštanju znaka u **ulazni bafer**.
- U svakom slučaju, drajverska operacija **ulaza** znaka **vraća preuzeti znak** iz ulaznog bafera kao svoju vrednost.

Drajveri znakovnih uređaja

- **Obradivač prekida** tastature ima, takođe zadatak da proverí **da li je eho bafer prazan**.
- Ako ovaj bafer **nije prazan**, tada obradivač prekida tastature smešta prispeli znak u **eho bafer**.
- Inače, obradivač prekida tastature **upućuje prispeli znak ka ekranu**.
- Nakon **prikazivanja znaka**, ekran izaziva **prekid**, koji aktivira **obradivača prekida** ekrana.
- Ako je **eho bafer prazan**, aktivost obradivača prekida ekrana se odmah **završava**.
- Inače, on **preuzima naredni znak** iz eho bafera i upućuje ga ka ekranu.

Drajveri znakovnih uređaja

- Eho bafer je podesan i za **čuvanje znakova**, koje procesi žele da **prikažu na ekranu**.
- Prikazivanje znaka** omogućuje drajverska operacija **izlaza znaka**.
- Jedini argument njenog poziva je **prikazivani znak**.
- U okviru ove operacije se **zaustavlja aktivnost** procesa njenog pozivaoca, ako je **eho bafer pun**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Tada **nastavljanje** ove aktivnosti omogućuje **obrađivač prekida** ekrana i to **nakon pražnjenja jednog znaka** (ili više znakova) iz ovog bafera.
- Ako drajverska operacija izlaza znaka zatekne **eho bafer prazan**, ona upućuje prikazivani znak **ka ekranu**.
- U slučaju da **eho bafer nije ni pun ni prazan**, drajverska operacija izlaza znaka samo **smešta prikazivani znak u eho bafer**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Prethodno opisane drajverske operacije **ulaza** i **izlaza** znaka spadaju u **blokirajuće operacije**.
- Ove operacije se pozivaju iz sistemskih operacija **čitanja** i **pisanja** sloja za rukovanje datotekama, kada se **čita**, odnosno **piše specijalna** datoteka.
- Poziv drajverske operacije **ulaza** nema argumenata, a njegova **povratna vrednost** je **pročitani znak (njegov kod)**.
- Za poziv drajverske operacije **izlaza** kao jedini argument služi **pisani znak (njegov kod)**.
- Ovaj poziv nema **povratnu vrednost**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Rukovanje **ulaznim i eho bafenom**, u okviru drajverskih operacija ulaza i izlaza znaka, mora biti pod **onemogućenim prekidima**, da bi obrađivači prekida tastature i ekrana uvek zaticali bafere u **ispravnom (konzistentnom)** stanju.
- Inače, **obrađivač prekida tastature** i proces pozivalac drajverske operacije **ulaza znaka** se nalaze u odnosu **proizvođač i potrošač**.
- U istom odnosu se nalaze proces **pozivalac operacije izlaza znaka** i **obrađivač prekida ekrana**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Za razliku od prethodno opisanih **znakovnih terminala**, za **grafičke (memorijski preslikane) terminale** nije potreban **eho bafer**, niti obrađivač prekida ekrana, jer ovakvi terminali poseduju **video memoriju** čiji sadržaj se periodično prikazuje prilikom **osvežavanja ekrana**.
- Zato je, kod **grafičkog terminala**, za prikazivanje znaka na ekranu dovoljno **smestiti znak** u odgovarajuću **lokaciju video memorije**.

Drajveri znakovnih uređaja

- U slučaju da se želi podržati **više prozora (window)** na ekranu grafičkog terminala, za svaki od prozora je potreban **poseban ulazni bafer**.
- Znak prispeo sa tastature se smešta u **ulazni bafer** aktivnog prozora, a prikazivani znak se upućuje u **deo video memorije prozora** na kome znak treba da se pojavi. O aktivnom prozoru se brine **rukovalac prozorima (window manager)**.

Drajveri znakovnih uređaja

- Drajver terminala, pored operacije **inicijalizacije**, namenjene za **inicijalizaciju kontrolera** terminala, i operacija **ulaza** i **izlaza** znakova, nudi i **upravljačku operaciju**.
- Argumenti** njenog poziva utiču ne samo na funkcionisanje, na primer, **terminala**, nego i na funkcionisanje **drajvera terminala**.
- Upravljačka operacija** omogućuje da se drajveru terminala saopšti da interpretira znakove koji dolaze sa **tastature (cooked mode)**, ili da ih **ne interpretira (raw mode)**.
- U prvom slučaju, u nadležnosti drajvera terminala se nalazi **editiranje znakova** prispelih sa tastature.

Drajveri znakovnih uređaja

- U sklopu toga, drajver terminala mora, na primer, da omogući **brisanje poslednje prispelog znaka**.
- Znači, kada primi odgovarajući **upravljački znak (delete)**, drajver terminala, odnosno, njegov obrađivač prekida tastature, mora da prethodno prispeli znak **izbaci iz ulaznog i iz eho bafera**, kao i da obezbedi **brisanje** tog znaka sa ekrana, ako je on već prikazan.

Drajveri znakovnih uređaja

- Takođe, drajver terminala se brine o **interpretaciji upravljačkih znakova** "**prelazak na novu liniju**" (**line feed**), "**prelazak na početak linije**" (**carriage return**), kao i drugih upravljačkih znakova (**escape**, **return** ili **enter** i slično).
- U slučaju kada ne interpretira znakove, drajver terminala samo **prosleđuje znakove** koji su pristigli u njegov ulazni bafer.

Drajveri znakovnih uređaja

- **Eho** znaka, pristiglog sa tastature, **nije uvek poželjan**.
- To je slučaj, na primer, kod zadavanja **znakova lozinke**.
- Zato upravljačka operacija omogućuje da se drajveru terminala saopšti kada da **vrši**, a kada da **ne vrši eho** pristiglih znakova.
- Drajver terminala mora da **razdvoji eho** znakova od **prikazivanja znakova** koje na ekran šalju procesi.
- Drajver terminala može da **interpretira znakove**, koji su mu prosleđeni, radi **pomeranja kursora, pomeranja linija**, kao i drugih **rukovanja ekranom**, poput **rukovanja prozorima**.

Drajver sata

- U nadležnosti sloja za rukovanje kontrolerima se nalazi i **praćenje proticanja vremena**.
- Praćenje proticanja vremena se zasniva na brojanju **periodičnih prekida**, koje u pravilnim vremenskim intervalima **generiše sat**.
- Obradivač prekida sata **broji prekide sata**, a njihov **zbir** predstavlja **sistemske vreme** (lokalno vreme u računaru).
- Ovaj obradivač prekida predstavlja **donji deo** drajvera sata.
- **Gornji deo** ovog drajvera predstavljaju sistemske operacije za **preuzimanje** ili **izmenu** sistemskog vremena i za **uspavljivanje** procesa, odnosno, za **odlaganje** njegove aktivnosti, dok ne istekne zadani vremenski interval.

Drajver sata

- Sistemsko vreme se može predstaviti:
 - kao **broj prekida sata**
 - kao **broj sekundi i broj prekida sata** u tekućoj sekundi.
- Druga predstava zahteva manje prostora.
- Kvantum** se predstavlja kao **celi broj prekida sata**.

Drajver sata

- Važno je uočiti da, dok je sistemsko vreme **precizno**, jer je sat precizan, dotle pripisivanje procesorskog vremena procesima, odnosno, **merenje trajanja** aktivnosti procesa, **ne mora biti precizno**.
- Kada postoji ovakva **nepreciznost**, nju izaziva **nemogućnost merenja** dužine vremenskih intervala, **koji su kraći** od perioda prekida sata, a kojih ima u toku aktivnosti procesa.

Drajver sata

- Na primer, **trajanje obrade prekida** je obično **kraće** od perioda prekida sata i pripisuje se prekinutom procesu, iako pomenuta obrada prekida ne mora biti sa njim povezana.
- **Obrada prekida** obično predstavlja deo aktivnosti prekinutog procesa, jer se u obradi prekida, **zbog brzine**, izbegava preključivanje sa prekinutog procesa, odnosno preključivanje na prekinuti proces.

Drajver sata

- Slično, ako se u toku **jednog** perioda prekida sata desi **više preključivanja**, celi period se pripisuje kvantumu poslednjeg aktivnog procesa, koga je prekinuo prekid sata.
- Pomenute **nepreciznosti** se mogu izbeći, ako procesor **broji svoje cikluse** i **njihovu sumu čuva** u posebnom **registru**.
- Ako se sadržaj ovog registra preuzme **na početku** i **na kraju** perioda aktivnosti procesora koji je **kraći** od perioda sata, iz razlike ovih sadržaja se može ustanoviti **koliko ciklusa je potrošeno** u ovom periodu i iz toga odrediti trajanje dotičnog perioda.

Drajver sata

•U nadležnosti **obrađivača prekida sata** nalazi se više poslova, kao što su:

- 1)održavanje sistemskog vremena
- 2)praćenje isticanja kvantuma aktivnog procesa
- 3)praćenje ukupnog korišćenja procesorskog vremena aktivnog procesa
- 4)provera da li je nastupilo vreme buđenja uspavanog procesa
- 5)skupljanje statistika o aktivnosti procesa

Rukovanje tabelom prekida

- Sloj za rukovanje kontrolerima omogućuje i smeštanje **adresa obrađivača prekida** u **tabelu prekida**, čime dozvoljava da **viši slojevi** operativnog sistema mogu da **reaguju na prekide**.
- Za operaciju smeštanja adresa obrađivača prekida u tabelu prekida **nije uputno** da bude sistemska operacija, jer ona pruža mogućnost da se **ugrozi funkcionisanje** operativnog sistema i naruši njegov mehanizam zaštite.

Osnova sloja za rukovanje kontrolerima

- Sloj za rukovanje kontrolerima se **oslanja** na sloj za rukovanje procesorom, jer su **preključivanja** sastavni deo aktivnosti drajvera.
- Za operacije sloja za rukovanje kontrolerima, odnosno za drajverske operacije, je zajedničko da se obavljaju pod **onemogućenim prekidima**, što je prihvatljivo, jer je reč o **kratkotrajnim operacijama**.