

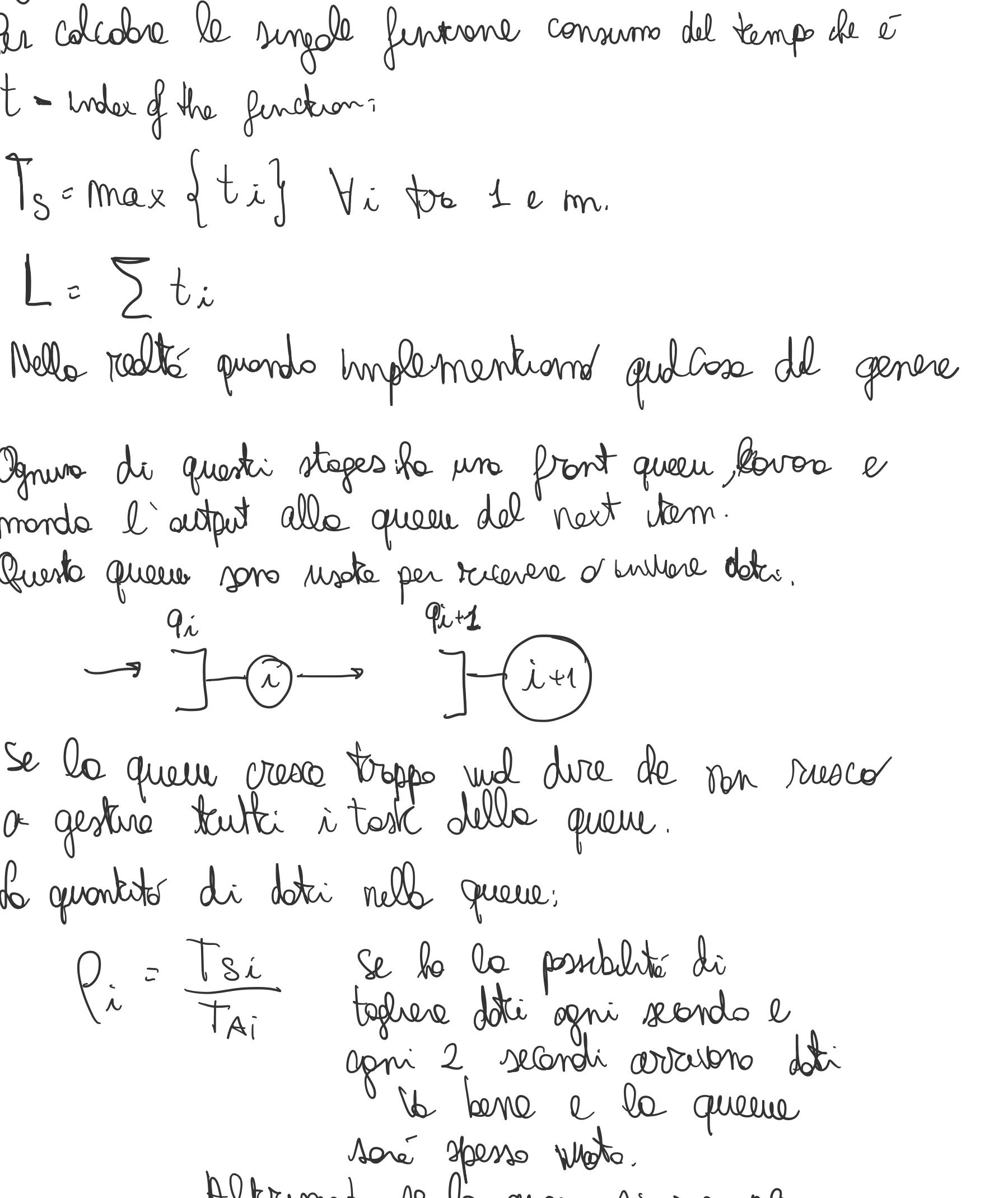
$$\text{Efficiency} = \frac{T_{id}(n)}{T(n)} \rightarrow \begin{array}{l} \text{idled parallel time} \\ \text{idled parallel time} \end{array}$$

Relative efficiency with speedup:

$$T_{id}(n) = \frac{\text{idled parallel time}}{n} = \frac{T_{req}}{n} = \frac{\text{tempo esecuzione sequenziale}}{\text{n numeri thread}}$$

$$\text{Quindi: } \epsilon(n) = \frac{T_{req}}{nT(n)} = \frac{T_{req}}{nT(n)} \cdot \frac{T_{seq}}{T(n)} = \frac{Sp(n)}{n}$$

Quello che ci aspettiamo è che l'efficienza:



$$\epsilon \quad 85\% - 100\%$$

80 - 85% not bad

Se abbiamo una buona efficienza

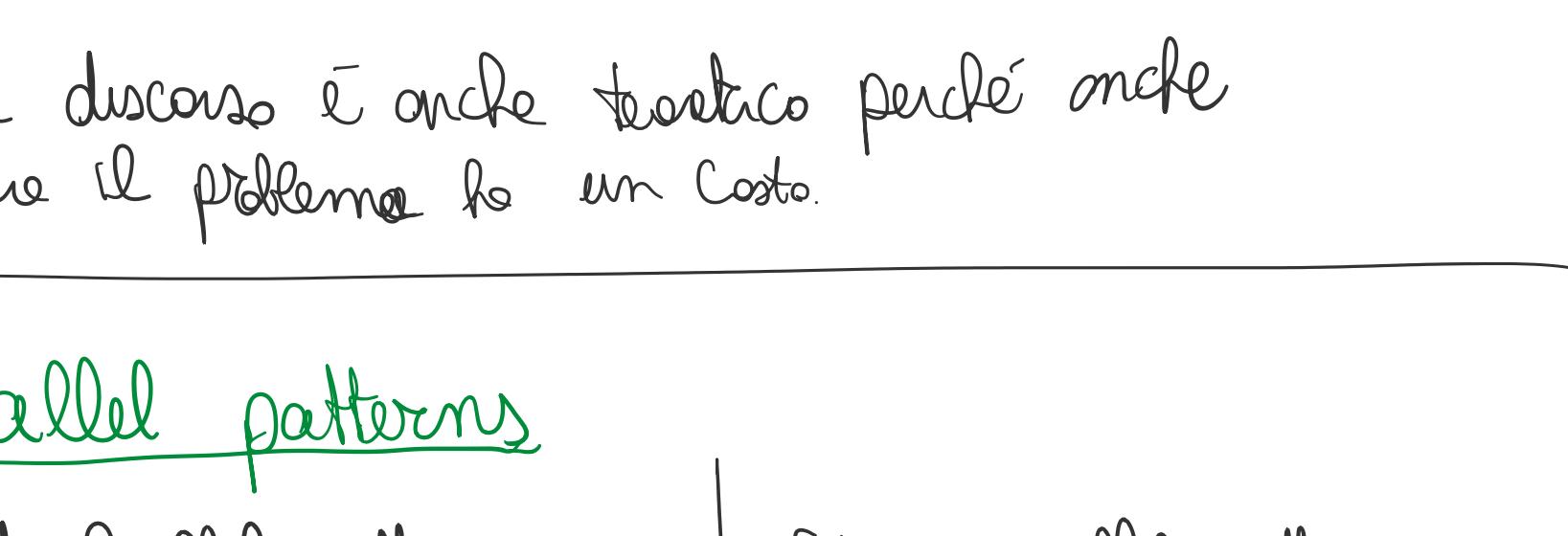
↳ 16:22 - 16:25

↳

Ci sono casi in cui rispetto un numero più alto di thread ci porta la stessa efficienza.

Il tempo delle pipeline

Abbiamo un numero di stations:



Ognuna delle station esegue una funzione.

Per calcolare le singole funzioni consumo del tempo è  $t_i$  - index of the function:

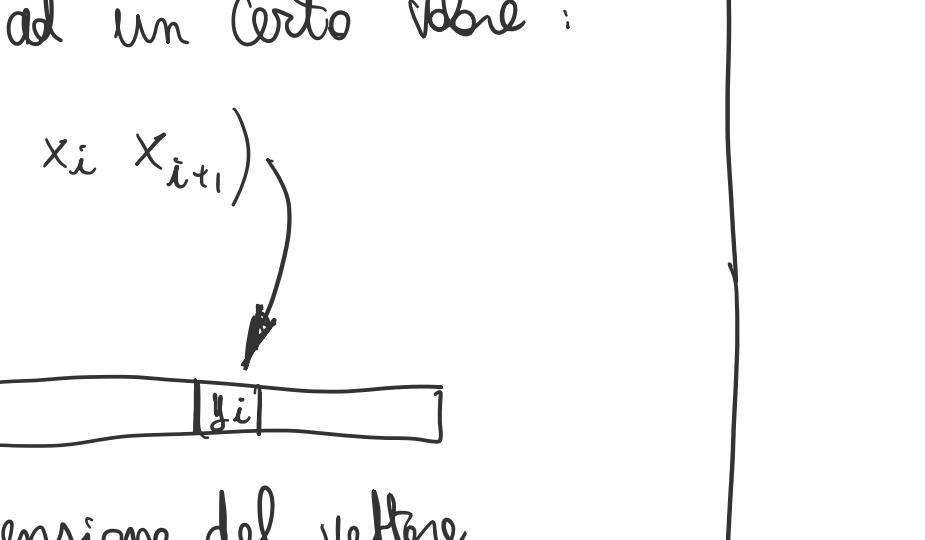
$$T_s = \max \{ t_i \} \quad \forall i \text{ da } 1 \text{ a } m.$$

$$L = \sum t_i$$

Nelle realtà quando implementiamo qualcosa del genere

Ognuno di questi stages ha uno front queue lavoro e quando il output alle queue del next item.

Queste queue sono usate per ricevere o inviare dati.



Se la queue cresce troppo può dire che non riuscire a gestire tutti i task della queue.

Se quantità di dati nella queue:

$P_i = \frac{T_{si}}{T_{Ai}}$  Se ho la possibilità di togliere dati ogni secondo e ogni 2 secondi togliere dati bene e la queue non spesso nata.

Altrimenti se la queue si riempie prima o poi sarà completamente piena.

→ Bottleneck:  $f_i$  dove  $P_i > 1$

[Dobbiamo trovare il modo di rimuovere il bottleneck. Trovare lo bottleneck]

Nel caso della pipeline → duplichiamo lo stage

dove abbiamo una bottleneck

$T_A \rightarrow \boxed{1} \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \boxed{1} \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \boxed{1} \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \boxed{1} \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \dots$

1s. 1s 2s 1s

bottleneck

devo evitare che queste coda cresca troppo.

Quindi posso duplicare la station del second stage:

$\xrightarrow{T_A} \boxed{1} \xrightarrow{f_1} \boxed{1} \xrightarrow{f_2} \boxed{1} \xrightarrow{ta_1} \boxed{1} \xrightarrow{f_3} \boxed{1} \xrightarrow{ta_2} \boxed{1}$

Se  $f_1$  dà in output elementi ogni  $t$  secondi avrò un task ogni secondo per i secondi e lo mando al primo worker e quando arriva il prossimo lo mando allo altro poi finisce il primo e lavora quello ...

Il tempo per mandare alla coda successiva allora il ta delle coda dipende dai ...

Il ta della coda dipende dai due ta e vengono sommati basandosi sulla probabilità che arrivino da una coda o dall'altra.

$t_1 = 0,5 \quad p_1 = 0,5 \quad t_2 = 0,5 \quad p_2 = 0,5$

$\downarrow$   $\xrightarrow{ta_1} \boxed{1} \xrightarrow{p_1} \boxed{1} \xrightarrow{ta_2} \boxed{1} \xrightarrow{p_2} \boxed{1}$

Per fare in modo che lo p di entrambe le queue sia minore di 1.

tutti il discorso è anche teorico perché anche risolvere il problema ha un costo.

## Parallel patterns

• Dot parallel pattern

→ Parallelism decrease the latency L

Abbiamo 3 pattern:

• Map

Abbiamo dei dati strutturati in input, ad esempio un vettore, prendiamo una funzione f

$\boxed{1} \boxed{2} \boxed{3} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{6} \boxed{7} \boxed{8} \boxed{9} \boxed{10} \boxed{11} \boxed{12} \boxed{13} \boxed{14} \boxed{15} \boxed{16} \boxed{17} \boxed{18} \boxed{19} \boxed{20} \boxed{21} \boxed{22} \boxed{23} \boxed{24} \boxed{25} \boxed{26} \boxed{27} \boxed{28} \boxed{29} \boxed{30} \boxed{31} \boxed{32} \boxed{33} \boxed{34} \boxed{35} \boxed{36} \boxed{37} \boxed{38} \boxed{39} \boxed{40} \boxed{41} \boxed{42} \boxed{43} \boxed{44} \boxed{45} \boxed{46} \boxed{47} \boxed{48} \boxed{49} \boxed{50} \boxed{51} \boxed{52} \boxed{53} \boxed{54} \boxed{55} \boxed{56} \boxed{57} \boxed{58} \boxed{59} \boxed{60} \boxed{61} \boxed{62} \boxed{63} \boxed{64} \boxed{65} \boxed{66} \boxed{67} \boxed{68} \boxed{69} \boxed{70} \boxed{71} \boxed{72} \boxed{73} \boxed{74} \boxed{75} \boxed{76} \boxed{77} \boxed{78} \boxed{79} \boxed{80} \boxed{81} \boxed{82} \boxed{83} \boxed{84} \boxed{85} \boxed{86} \boxed{87} \boxed{88} \boxed{89} \boxed{90} \boxed{91} \boxed{92} \boxed{93} \boxed{94} \boxed{95} \boxed{96} \boxed{97} \boxed{98} \boxed{99} \boxed{100} \boxed{101} \boxed{102} \boxed{103} \boxed{104} \boxed{105} \boxed{106} \boxed{107} \boxed{108} \boxed{109} \boxed{110} \boxed{111} \boxed{112} \boxed{113} \boxed{114} \boxed{115} \boxed{116} \boxed{117} \boxed{118} \boxed{119} \boxed{120} \boxed{121} \boxed{122} \boxed{123} \boxed{124} \boxed{125} \boxed{126} \boxed{127} \boxed{128} \boxed{129} \boxed{130} \boxed{131} \boxed{132} \boxed{133} \boxed{134} \boxed{135} \boxed{136} \boxed{137} \boxed{138} \boxed{139} \boxed{140} \boxed{141} \boxed{142} \boxed{143} \boxed{144} \boxed{145} \boxed{146} \boxed{147} \boxed{148} \boxed{149} \boxed{150} \boxed{151} \boxed{152} \boxed{153} \boxed{154} \boxed{155} \boxed{156} \boxed{157} \boxed{158} \boxed{159} \boxed{160} \boxed{161} \boxed{162} \boxed{163} \boxed{164} \boxed{165} \boxed{166} \boxed{167} \boxed{168} \boxed{169} \boxed{170} \boxed{171} \boxed{172} \boxed{173} \boxed{174} \boxed{175} \boxed{176} \boxed{177} \boxed{178} \boxed{179} \boxed{180} \boxed{181} \boxed{182} \boxed{183} \boxed{184} \boxed{185} \boxed{186} \boxed{187} \boxed{188} \boxed{189} \boxed{190} \boxed{191} \boxed{192} \boxed{193} \boxed{194} \boxed{195} \boxed{196} \boxed{197} \boxed{198} \boxed{199} \boxed{200} \boxed{201} \boxed{202} \boxed{203} \boxed{204} \boxed{205} \boxed{206} \boxed{207} \boxed{208} \boxed{209} \boxed{210} \boxed{211} \boxed{212} \boxed{213} \boxed{214} \boxed{215} \boxed{216} \boxed{217} \boxed{218} \boxed{219} \boxed{220} \boxed{221} \boxed{222} \boxed{223} \boxed{224} \boxed{225} \boxed{226} \boxed{227} \boxed{228} \boxed{229} \boxed{230} \boxed{231} \boxed{232} \boxed{233} \boxed{234} \boxed{235} \boxed{236} \boxed{237} \boxed{238} \boxed{239} \boxed{240} \boxed{241} \boxed{242} \boxed{243} \boxed{244} \boxed{245} \boxed{246} \boxed{247} \boxed{248} \boxed{249} \boxed{250} \boxed{251} \boxed{252} \boxed{253} \boxed{254} \boxed{255} \boxed{256} \boxed{257} \boxed{258} \boxed{259} \boxed{260} \boxed{261} \boxed{262} \boxed{263} \boxed{264} \boxed{265} \boxed{266} \boxed{267} \boxed{268} \boxed{269} \boxed{270} \boxed{271} \boxed{272} \boxed{273} \boxed{274} \boxed{275} \boxed{276} \boxed{277} \boxed{278} \boxed{279} \boxed{280} \boxed{281} \boxed{282} \boxed{283} \boxed{284} \boxed{285} \boxed{286} \boxed{287} \boxed{288} \boxed{289} \boxed{290} \boxed{291} \boxed{292} \boxed{293} \boxed{294} \boxed{295} \boxed{296} \boxed{297} \boxed{298} \boxed{299} \boxed{300} \boxed{301} \boxed{302} \boxed{303} \boxed{304} \boxed{305} \boxed{306} \boxed{307} \boxed{308} \boxed{309} \boxed{310} \boxed{311} \boxed{312} \boxed{313} \boxed{314} \boxed{315} \boxed{316} \boxed{317} \boxed{318} \boxed{319} \boxed{320} \boxed{321} \boxed{322} \boxed{323} \boxed{324} \boxed{325} \boxed{326} \boxed{327} \boxed{328} \boxed{329} \boxed{330} \boxed{331} \boxed{332} \boxed{333} \boxed{334} \boxed{335} \boxed{336} \boxed{337} \boxed{338} \boxed{339} \boxed{340} \boxed{341} \boxed{342} \boxed{343} \boxed{344} \boxed{345} \boxed{346} \boxed{347} \boxed{348} \boxed{349} \boxed{350} \boxed{351} \boxed{352} \boxed{353} \boxed{354} \boxed{355} \boxed{356} \boxed{357} \boxed{358} \boxed{359} \boxed{360} \boxed{361} \boxed{362} \boxed{363} \boxed{364} \boxed{365} \boxed{366} \boxed{367} \boxed{368} \boxed{369} \boxed{370} \boxed{371} \boxed{372} \boxed{373} \boxed{374} \boxed{375} \boxed{376} \boxed{377} \boxed{378} \boxed{379} \boxed{380} \boxed{381} \boxed{382} \boxed{383} \boxed{384} \boxed{385} \boxed{386} \boxed{387} \boxed{388} \boxed{389} \boxed{390} \boxed{391} \boxed{392} \boxed{393} \boxed{394} \boxed{395} \boxed{396} \boxed{397} \boxed{398} \boxed{399} \boxed{400} \boxed{401} \boxed{402} \boxed{403} \boxed{404} \boxed{405} \boxed{406} \boxed{407} \boxed{408} \boxed{409} \boxed{410} \boxed{411} \boxed{412} \boxed{413} \boxed{414} \boxed{415} \boxed{416} \boxed{417} \boxed{418} \boxed{419} \boxed{420} \boxed{421} \boxed{422} \boxed{423} \boxed{424} \boxed{425} \boxed{426} \boxed{427} \boxed{428} \boxed{429} \boxed{430} \boxed{431} \boxed{432} \boxed{433} \boxed{434} \boxed{435} \boxed{436} \boxed{437} \boxed{438} \boxed{439} \boxed{440} \boxed{441} \boxed{442} \boxed{443} \boxed{444} \boxed{445} \boxed{446} \boxed{447} \boxed{448} \boxed{449} \boxed{450} \boxed{451} \boxed{452} \boxed{453} \boxed{454} \boxed{455} \boxed{456} \boxed{457} \boxed{458} \boxed{459} \boxed{460} \boxed{461} \boxed{462} \boxed{463} \boxed{464} \boxed{465} \boxed{466} \boxed{467} \boxed{468} \boxed{469} \boxed{470} \boxed{471} \boxed{472} \boxed{473} \boxed{474} \boxed{475} \boxed{476} \boxed{477} \boxed{478} \boxed{479} \boxed{480} \boxed{481} \boxed{482} \boxed{483} \boxed{484} \boxed{485} \boxed{486} \boxed{487} \boxed{488} \boxed{489} \boxed{490} \boxed{491} \boxed{492} \boxed{493} \boxed{494} \boxed{495} \boxed{496} \boxed{497} \boxed{498} \boxed{499} \boxed{500} \boxed{501} \boxed{502} \boxed{503} \boxed{504} \boxed{505} \boxed{506} \boxed{507} \boxed{508} \boxed{509} \boxed{510} \boxed{511} \boxed{512} \boxed{513} \boxed{514} \boxed{515} \boxed{516} \boxed{517} \boxed{518} \boxed{519} \boxed{520} \boxed{521} \boxed{522} \boxed{523} \boxed{524} \boxed{525} \boxed{526} \boxed{527} \boxed{528} \boxed{529} \boxed{530} \boxed{531} \boxed{532} \boxed{533} \boxed{534} \boxed{535} \boxed{536} \boxed{537} \boxed{538} \boxed{539} \boxed{540} \boxed{541} \boxed{542} \boxed{543} \boxed{544} \boxed{545} \boxed{546} \boxed{547} \boxed{548} \boxed{549} \boxed{550} \boxed{551} \boxed{552} \boxed{553} \boxed{554} \boxed{555} \boxed{556} \boxed{557} \boxed{558} \boxed{559} \boxed{560} \boxed{561} \boxed{562} \boxed{563} \boxed{564} \boxed{565} \boxed{566} \boxed{567} \boxed{568} \boxed{569} \boxed{570} \boxed{571} \boxed{572} \boxed{573} \boxed{574} \boxed{575} \boxed{576} \boxed{577} \boxed{578} \boxed{579} \boxed{580} \boxed{581} \boxed{582} \boxed{583} \boxed{584} \boxed{585} \boxed{586} \boxed{587} \boxed{588} \boxed{589} \boxed{590} \boxed{591} \boxed{592} \boxed{593} \boxed{594} \boxed{595} \boxed{596} \boxed{597} \boxed{598} \boxed{599} \boxed{600} \boxed{601} \boxed{602} \boxed{603} \boxed{604} \boxed{605} \boxed{606} \boxed{607} \boxed{608} \boxed{609} \boxed{610} \boxed{611} \boxed{612} \boxed{613} \boxed{614} \boxed{615} \boxed{616} \boxed{617} \boxed{618} \boxed{619} \boxed{620} \boxed{621} \boxed{622} \boxed{623} \boxed{624} \boxed{625} \boxed{626} \boxed{627} \boxed{628} \boxed{629} \boxed{630} \boxed{631} \boxed{632} \boxed{633} \boxed{634} \boxed{635} \boxed{636} \boxed{637} \boxed{638} \boxed{639} \boxed{640} \boxed{641} \boxed{642} \boxed{643} \boxed{644} \boxed{645} \boxed{646} \boxed{647} \boxed{648} \boxed{649} \boxed{650} \boxed{651} \boxed{652} \boxed{653} \boxed{654} \boxed{655} \boxed{656} \boxed{657} \boxed{658} \boxed{659} \boxed{660} \boxed{661} \boxed{662} \boxed{663} \boxed{664} \boxed{665} \boxed{666} \boxed{667} \boxed{668} \boxed{669} \boxed{670} \boxed{671} \boxed{672} \boxed{673} \boxed{674} \boxed{675} \boxed{676} \boxed{677} \boxed{678} \boxed{679} \boxed{680} \boxed{681} \boxed{682} \boxed{6$