

Netzwerke

Übungen

Aufgabe 1.1

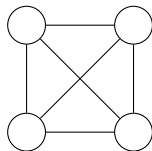
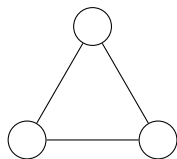
Lies den Text über die geschichtliche Entwicklung und den Aufbau des Internets.

Aufgabe 1.1

—

Aufgabe 1.2

In einem Peer-to-Peer-Netzwerk mit drei Hosts sind (zumindest konzeptionell) drei Verbindungen zwischen jeweils zwei Kommunikationspartnern möglich. Bei vier Hosts sind es bereits sechs Verbindungen.



Wie viele Verbindungen gibt es bei 7 Hosts?

Aufgabe 1.2

$$\frac{7 \cdot 6}{2} = 7 \cdot 3 = 21$$

Aufgabe 2.1

Ein modernes Magnetband hat eine Kapazität von etwa 5 TB (Stand 2014). Ein Kurierdienst befördert in 1 Stunde und 40 Minuten ein Paket mit 1500 dieser Magnetbandkassetten von Bern nach Zürich.

Berechne die Datenübertragungsrate in Bit/s.

Aufgabe 2.1

Datenmenge: $1500 \cdot 5 \text{ TB} = 1500 \cdot 40 \text{ Tbit} = 60\,000 \text{ Tbit}$

Aufgabe 2.1

Datenmenge: $1500 \cdot 5 \text{ TB} = 1500 \cdot 40 \text{ Tbit} = 60\,000 \text{ Tbit}$

Dauer: 100 Minuten = 6000 Sekunden

Aufgabe 2.1

Datenmenge: $1500 \cdot 5 \text{ TB} = 1500 \cdot 40 \text{ Tbit} = 60\,000 \text{ Tbit}$

Dauer: $100 \text{ Minuten} = 6000 \text{ Sekunden}$

Datenübertragungsrate = $60\,000 \text{ Tbit} : 6000 \text{ s} = 10 \text{ Tbit/s}$

Aufgabe 2.1

Datenmenge: $1500 \cdot 5 \text{ TB} = 1500 \cdot 40 \text{ Tbit} = 60\,000 \text{ Tbit}$

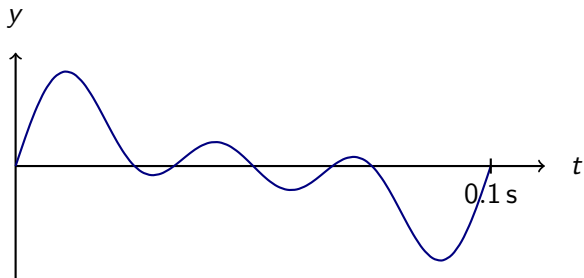
Dauer: $100 \text{ Minuten} = 6000 \text{ Sekunden}$

Datenübertragungsrate = $60\,000 \text{ Tbit} : 6000 \text{ s} = 10 \text{ Tbit/s}$

Das ist gut!

Aufgabe 2.2

Mit welcher minimalen Frequenz (in Hz) muss das folgende sinusoidale Signal abgetastet werden, damit es rekonstruiert werden kann?



Aufgabe 2.2

$$f_{\max} = 3 \text{ Schwingungen} / 0.1 \text{ s} = 30 \text{ Schwingungen/s} = 30 \text{ Hz}$$

Aufgabe 2.2

$$f_{\max} = 3 \text{ Schwingungen}/0.1 \text{ s} = 30 \text{ Schwingungen/s} = 30 \text{ Hz}$$

$$\text{Minimale Samplingfrequenz: } f_{\text{samp}} > 2 \cdot f_{\max} = 60 \text{ Hz}$$

Aufgabe 2.2

Ein Kanal hat einen SNR von 30 dB. Bei welcher Bandbreite lässt sich eine maximale Datenrate von etwa 0.8 MBit/s erzielen?

x	1.01	1.1	11	101	1001	10 001	100 001	1 000 001
$\log_2 x$	0.0144	0.138	3.46	6.66	9.97	13.3	16.6	19.9

Aufgabe 2.2

$$30 \text{ dB} \Rightarrow S/R = 1000$$

Aufgabe 2.2

$$30 \text{ dB} \Rightarrow S/R = 1000$$

$$\text{Shannon: } 0.8 \text{ Mbit/s} = B \cdot \log_2(1 + 1000) \approx B \cdot 10$$

Aufgabe 2.2

$$30 \text{ dB} \Rightarrow S/R = 1000$$

$$\text{Shannon: } 0.8 \text{ Mbit/s} = B \cdot \log_2(1 + 1000) \approx B \cdot 10$$

$$B \approx 0.08 \text{ MHz} = 80 \text{ kHz}$$

Aufgabe 2.6

Handelt es sich um eine Simplex-, Duplex- oder Halbduplexverbindung?

- (a) Gartenschlauch
- (b) UKW-Radio

Aufgabe 2.6

- (a) Gartenschlauch **Halbduplexverbindung**
- (b) UKW-Radio **Simplexverbindung**

Aufgabe 2.7

Warum sind die Aderpaare bei Twisted-Pair-Kabeln verdreht?

Aufgabe 2.7

Damit diese nicht wie eine Antenne wirken.

Aufgabe 2.11

Warum eignen sich Satellitenverbindungen nicht gut für Spiele, bei denen es auf schnelle Reaktion ankommt?

Aufgabe 2.11

Satellitenverbindungen haben Latenzzeiten bis zu einer halben Sekunde was zu spürbaren Verzögerungen führt.

Aufgabe 2.12

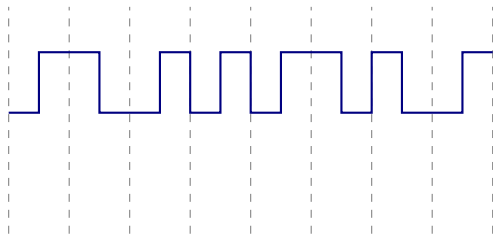
Suche im Internet: Welche Abmessungen hat ein *Cubesat*?

Aufgabe 2.12

Ein Cubesat muss die Abmessungen $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ haben.

Aufgabe 2.13

Wandle die Manchester-Codierung in eine NRZ-Codierung um.

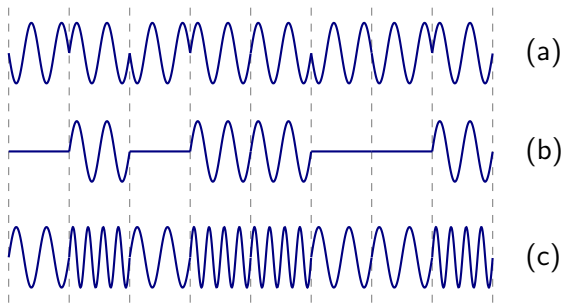


Aufgabe 2.13



Aufgabe 2.14

Um welche Modulationsart handelt es sich?



Aufgabe 2.14

- (a) Phasenmodulation
- (b) Amplitudenmodulation
- (c) Frequenzmodulation

Aufgabe 2.15

Nenne zwei Arten von Multiplex-Verfahren.

Aufgabe 2.15

- ▶ Zeit-Multiplexing
- ▶ Frequenz-Multiplexing

Aufgabe 3.1

Kapseln Pakete Rahmen oder kapseln Rahmen Pakete?

Aufgabe 3.1

Rahmen kapseln Pakete.

Aufgabe 3.2

Ergänze die folgende Bytefolge mit Byte-Stuffing, so dass aus ihr ein Rahmen gebildet werden kann, der durch FLAG-Bytes begrenzt wird.

A	FLAG	B	ESC	FLAG	FLAG	C
---	------	---	-----	------	------	---

Aufgabe 3.2

A ESC FLAG B ESC ESC FLAG ESC FLAG C

Aufgabe 3.3

Die Bitfolge 01111011111011111110 soll über die Sicherungsschicht übertragen werden. Welche Bitfolge wird nach dem Bitstuffing tatsächlich übertragen?

Aufgabe 3.3

Nach *jedem* Auftreten von fünf Einsen wird ein „Stopf“-Bit eingefügt.

Also wird aus der Folge

0111101111101111110

die Folge

0111101111100111110110

Aufgabe 3.4

- (a) Welche Distanz haben die Codewörter $w = 10010010$ und $v = 01011000$?
- (b) Welche Distanz hat der Code $C = \{0000, 1111, 1100, 0011\}$?

Aufgabe 3.4

(a) $w = 10010010$ und $v = 01011000$?

Aufgabe 3.4

(a) $w = 10010010$ und $v = 01011000$?

$$\begin{array}{r} 10010010 \\ \oplus 01011000 \\ \hline = 11001010 \end{array}$$

Aufgabe 3.4

(a) $w = 10010010$ und $v = 01011000$?

$$\begin{array}{r} 10010010 \\ \oplus 01011000 \\ \hline = 11001010 \end{array}$$

$\text{dist}(u, v) = 4$, da sich die beiden Worte in 4 Positionen unterscheiden.

Aufgabe 3.4

- (a) $w = 10010010$ und $v = 01011000$?

$$\begin{array}{r} 10010010 \\ \oplus 01011000 \\ \hline = 11001010 \end{array}$$

$\text{dist}(u, v) = 4$, da sich die beiden Worte in 4 Positionen unterscheiden.

- (b) C hat die Distanz $d = 2$. Das ist der kleinstmögliche Abstand zwischen zwei Wörtern des Codes.

Aufgabe 3.5

Ein Code hat die Distanz $d = 5$

- (a) Wie viele Einzelbitfehler können mit diesem Code maximal erkannt werden?
- (b) Wie viele Einzelbitfehler können mit diesem Code maximal korrigiert werden?

Aufgabe 3.5

- (a) Es können $d - 1 = 5 - 1 = 4$ Einzelbitfehler erkannt werden.
- (b) Es können $\lfloor (d - 1)/2 \rfloor = \lfloor 4/2 \rfloor = 2$ Einzelbitfehler korrigiert werden.

Aufgabe 3.6

Sollte bei der Kommunikation mit einer Raumsonde ein fehlererkennender oder ein fehlerkorrigierender Code verwendet werden? Begründe die Antwort.

Aufgabe 3.6

Ein fehlerkorrigierender Code, da bei einem fehlererkennenden Code eine Retransmission nötig wird, was unter Umständen viel Zeit in Anspruch nehmen würde.

Aufgabe 3.7

Wie viele Prüfbits benötigt man, um 16-Bit-Nachrichten mit einem Hammingcode (für Einbitfehler) zu codieren?

Aufgabe 3.7

An den folgenden Positionen sind Prüfbits nötig: 1, 2, 4, 8, 16

Also sind 5 Prüfbits nötig.

Aufgabe 3.7

An den folgenden Positionen sind Prüfbits nötig: 1, 2, 4, 8, 16

Also sind 5 Prüfbits nötig.

Allgemein: Die Anzahl m der Nachrichtenbits (m wie *message*) und die Anzahl r der Prüfbits (r wie *redundancy*) müssen folgende Ungleichung erfüllen: $m + r \leq 2^r - 1$

Man erhält jeweils eine maximale Datenrate, wenn $m + r = 2^r - 1$ gilt.

Beispiele:

- ▶ $m = 1$ und $r = 2$
- ▶ $m = 4$ und $r = 3$
- ▶ $m = 11$ und $r = 4$

Aufgabe 3.8

Ein 12-Bit-Hamming-Code mit dem hexadezimalen Wert $0xE4F$ kommt beim Empfänger an. Welchen Wert hat der Sender verschickt?

(Gehen Sie davon aus, dass bei der Übertragung höchstens ein Bit verfälscht wird.)

Aufgabe 3.8

0xE4F → 111001001111

Positionen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bitfolge		1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
Position 1	w	1	0	1			0			1	0	1	0
Position 2	f		1	1			1			0	1	1	0
Position 4	w						1			0	0	0	1
Position 8	w									1	1	1	1

Also wurde 101001001111 gesendet.

Aufgabe 3.9

Gegeben ist die Bitfolge 10011101.

- ▶ Welcher Bitstrom wird tatsächlich übertragen, wenn das Verfahren der zyklischen Redundanzprüfung mit dem Generatorpolynom $x^3 + 1$ angewendet wird.
- ▶ Zeige, dass der Empfänger bemerkt, wenn das dritte Bit von links bei der Übertragung invertiert wird.
- ▶ Gib ein Bitfehlermuster an, das vom Empfänger nicht erkannt werden kann.

Aufgabe 3.9

- ▶ Die Polynomdivision von 10011101000 durch 1001 ergibt den Rest 100 (die Einzelheiten der Rechnung wurden hier weggelassen). Also wird der Bitstrom 10011101100 übertragen.
- ▶ Die Polynomdivision von 10111101100 durch 1001 ergibt den Rest 1. Also gab es bei der Übertragung einen Fehler!
- ▶ Zum Beispiel durch Addition eines Vielfachen des Generatorpolynoms.

$$10011101100 \oplus 1001 = 10011100101$$

Aufgabe 3.12

- (a) Ermittle mit dem S-Aloha-Simulator
<https://www.gxy.ch/efinf/network/js/aloha.html>
die ungefähre Übertragungsrate von S-Aloha.
- (b) Warum ist es nötig, dass nach einer Kollision jede Station eine *zufällige* Zeit wartet, bis sie erneut eine Übertragung versucht?

Aufgabe 3.12

- (a) Sie liegt bei etwa 36%. ($\approx 1/e$ wobei e die Eulersche Zahl ist)
- (b) Damit keine gegenseitige Blockierung (*Deadlock*) entsteht.

Aufgabe 3.13

Welche zwei Betriebsarten gibt es bei Drahtlosnetzwerken (IEEE 802.11)

Aufgabe 3.13

- ▶ Infrastruktur-Modus mit Access-Point (AP)
- ▶ Ad hoc-Modus

Aufgabe 3.15

Nenne einen zentralen Unterschied zwischen kabelgebundenen und drahtlosen Netzwerken in Bezug auf die gemeinsame Nutzung des Kanals.

Aufgabe 3.15

Bei kabelgebundenen Netzwerken können alle Stationen prüfen, ob der Kanal frei ist. Dies ist bei drahtlosen Netzwerken nicht möglich.

Aufgabe 4.1

Welcher Schicht stellt die Vermittlungsschicht ihre Dienste zur Verfügung?

Aufgabe 4.1

Der Transportschicht

Aufgabe 4.2

Wie werden die Dateneinheiten in der Vermittlungsschicht üblicherweise genannt.

Aufgabe 4.2

Pakete

Aufgabe 4.3

Wie lautet der Fachausdruck für den Vorgang, dass Daten in Routern zwischengespeichert und weitergeleitet werden?

Aufgabe 4.3

Store-and-forward Paketvermittlung

Aufgabe 4.4

Welche zwei wesentlichen Dienstarten gibt es in einem Verbindungsnetz?

Aufgabe 4.4

- ▶ **verbindungslos** (Datagramm-Netz)
- ▶ **verbindungsorientiert** (Virtual Circuit-Netz)

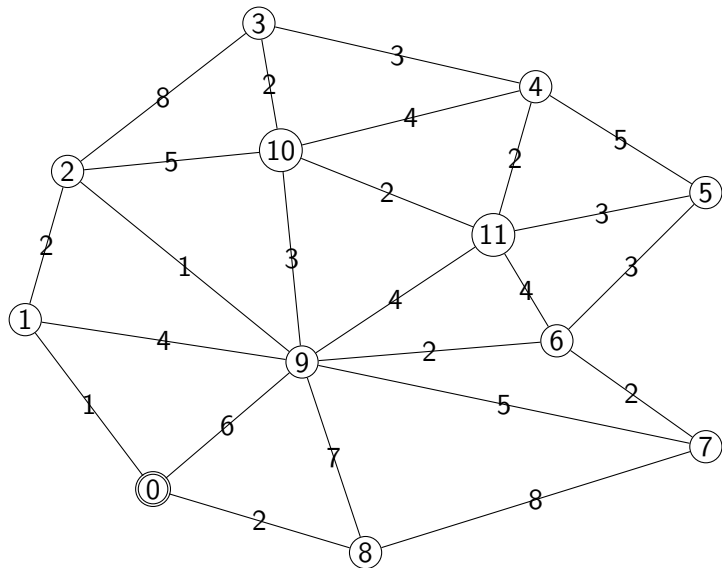
Aufgabe 4.5

Was versteht man unter Routing?

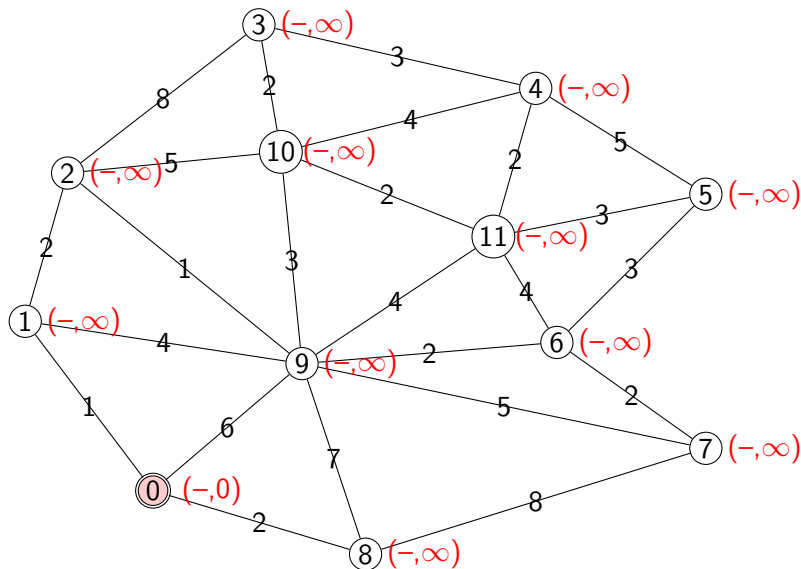
Aufgabe 4.5

- ▶ Die Weiterleitung von Paketen
- ▶ Das Bestimmen einer guten Route durch ein Verbindungsnetz

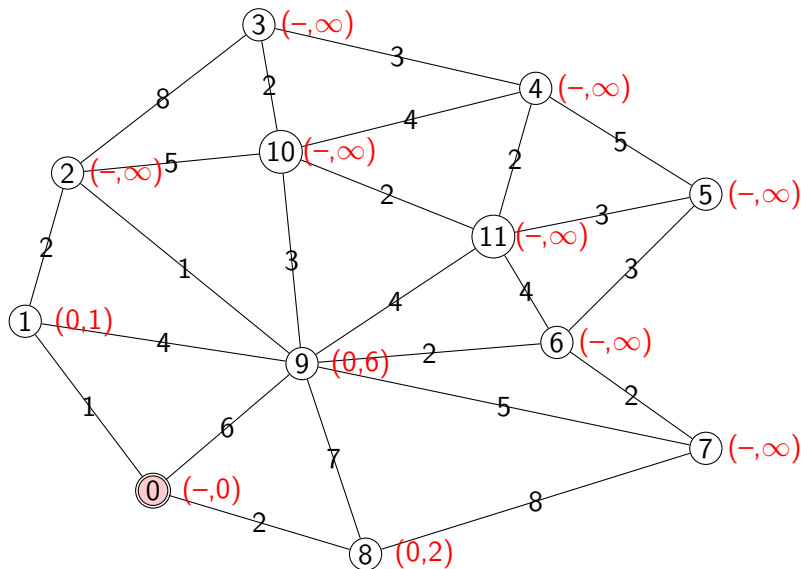
Aufgabe 4.6



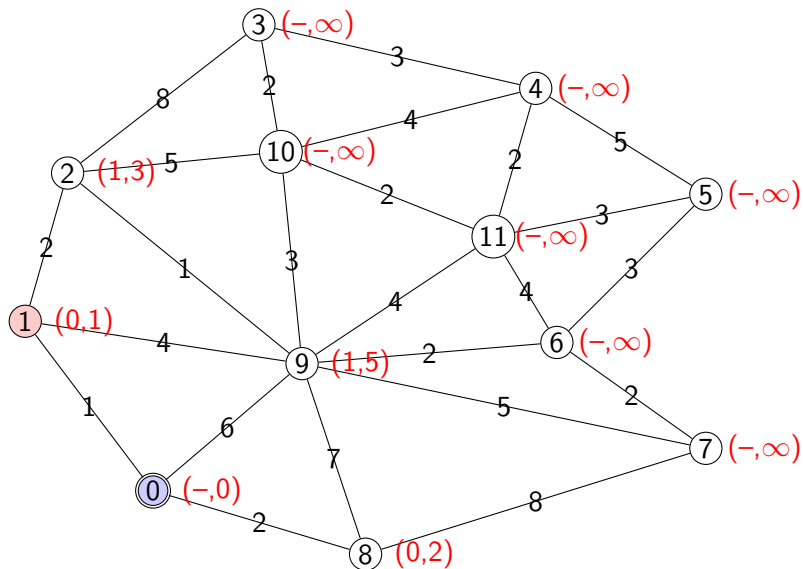
Aufgabe 4.6



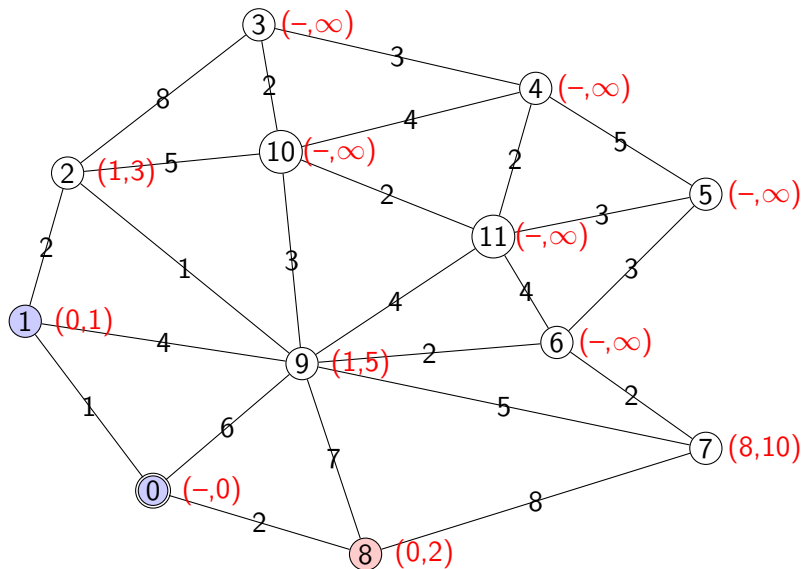
Aufgabe 4.6



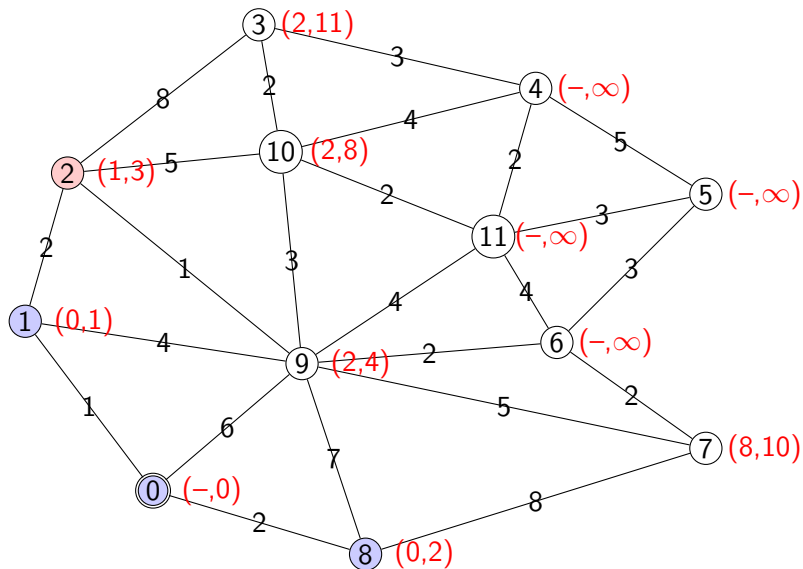
Aufgabe 4.6



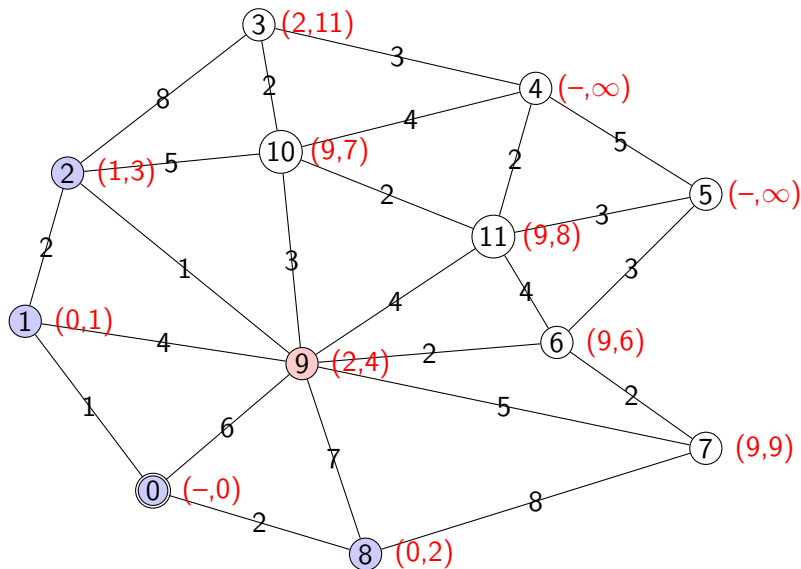
Aufgabe 4.6



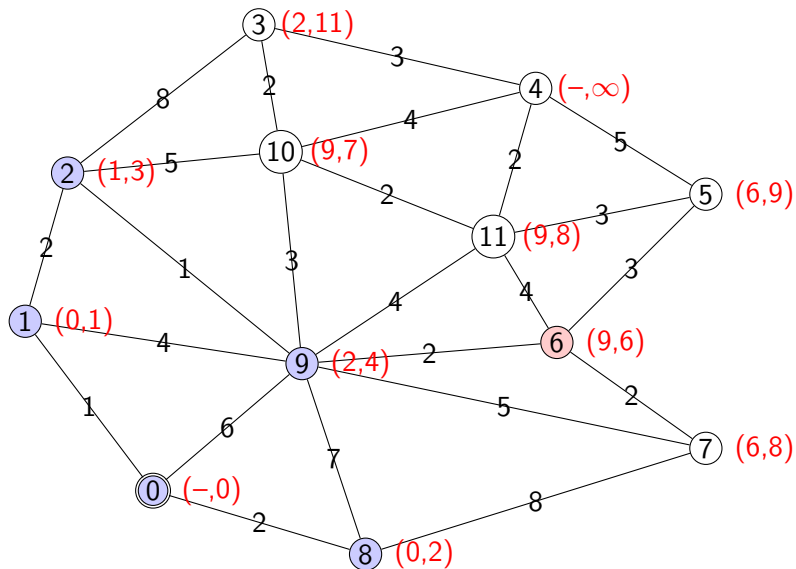
Aufgabe 4.6



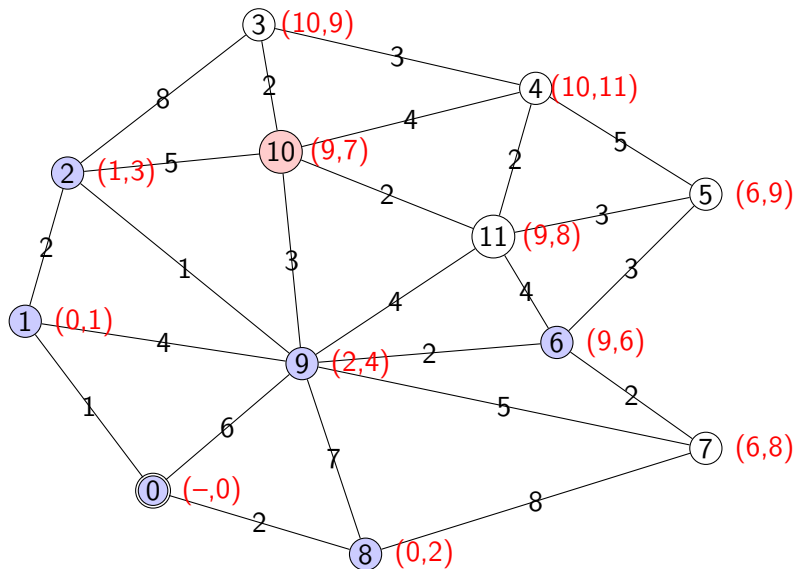
Aufgabe 4.6



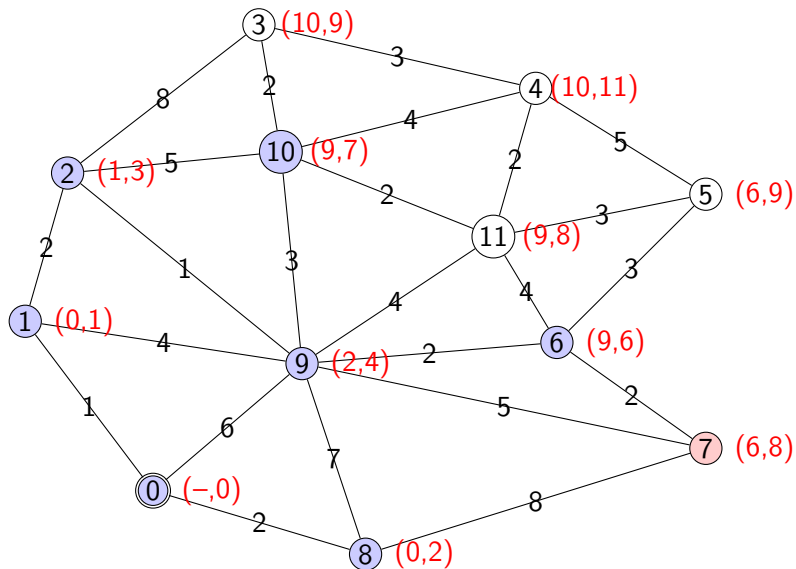
Aufgabe 4.6



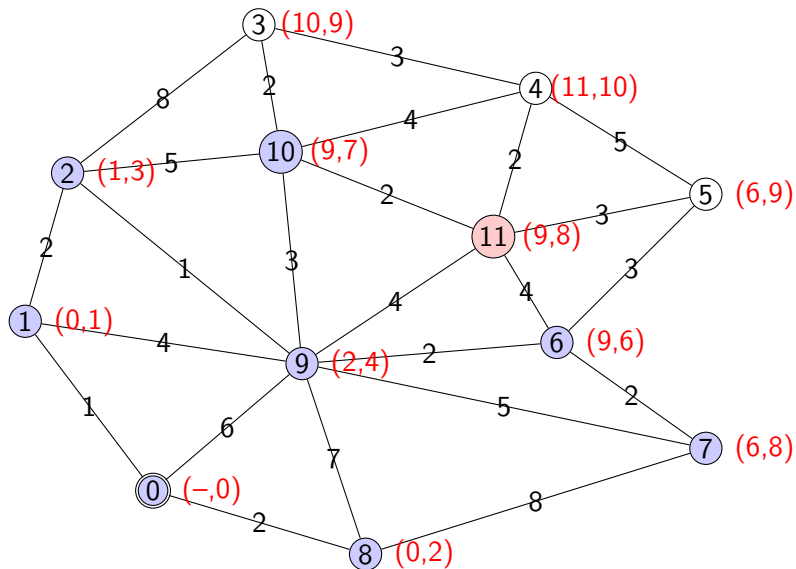
Aufgabe 4.6



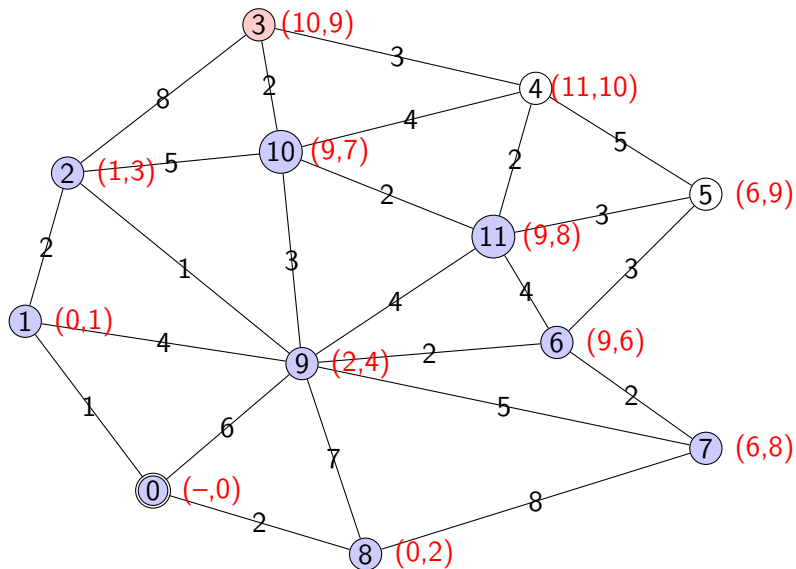
Aufgabe 4.6



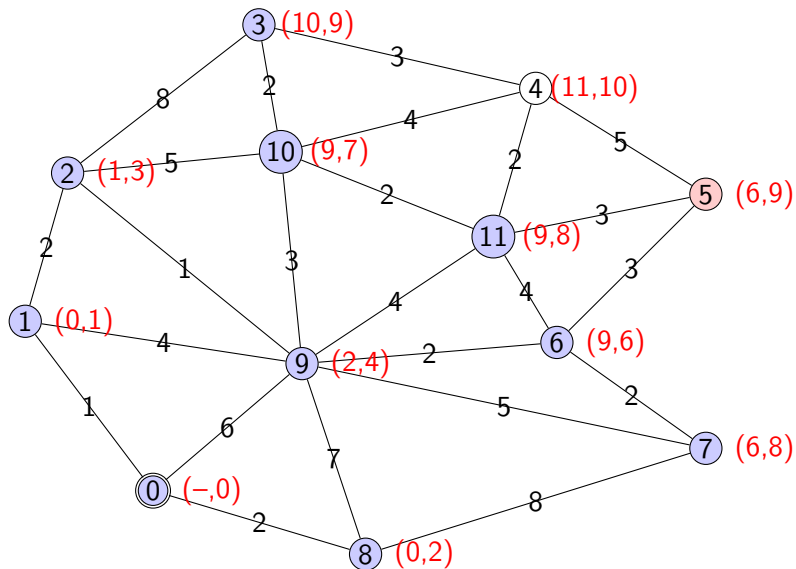
Aufgabe 4.6



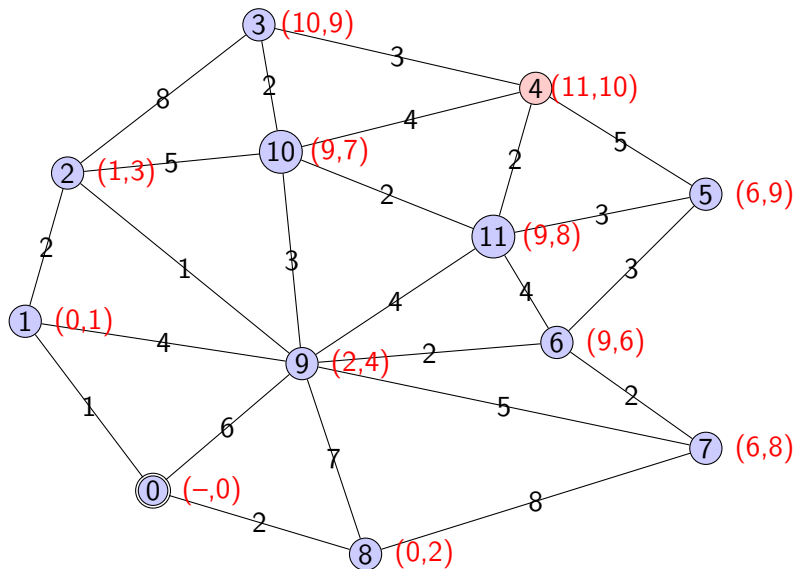
Aufgabe 4.6



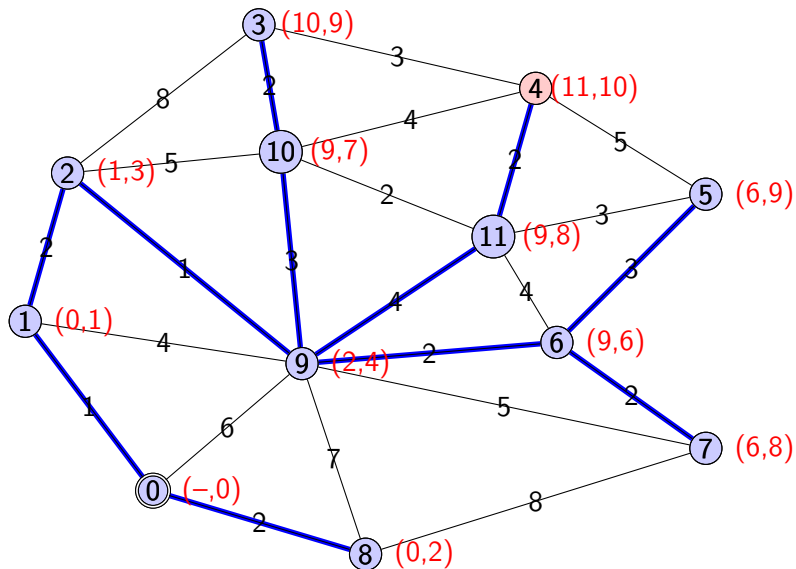
Aufgabe 4.6



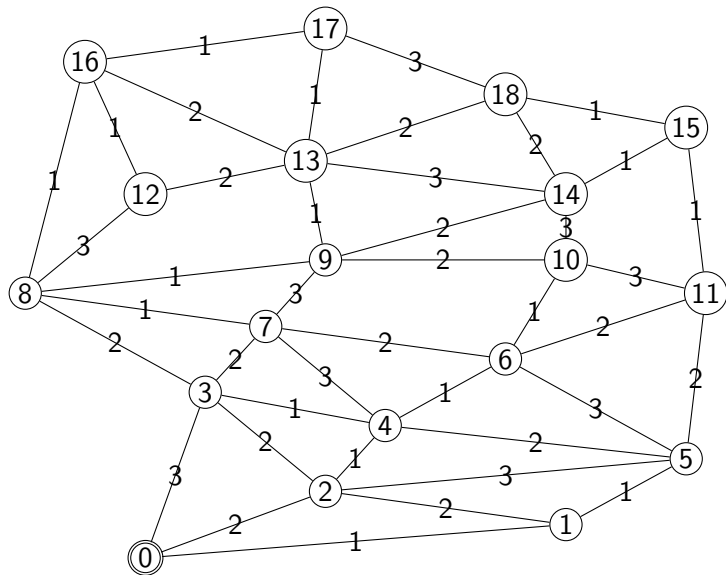
Aufgabe 4.6



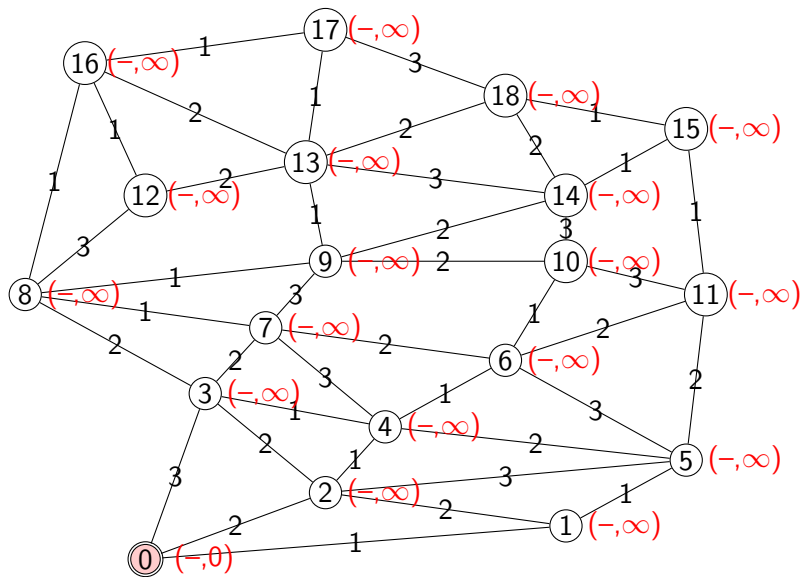
Aufgabe 4.6



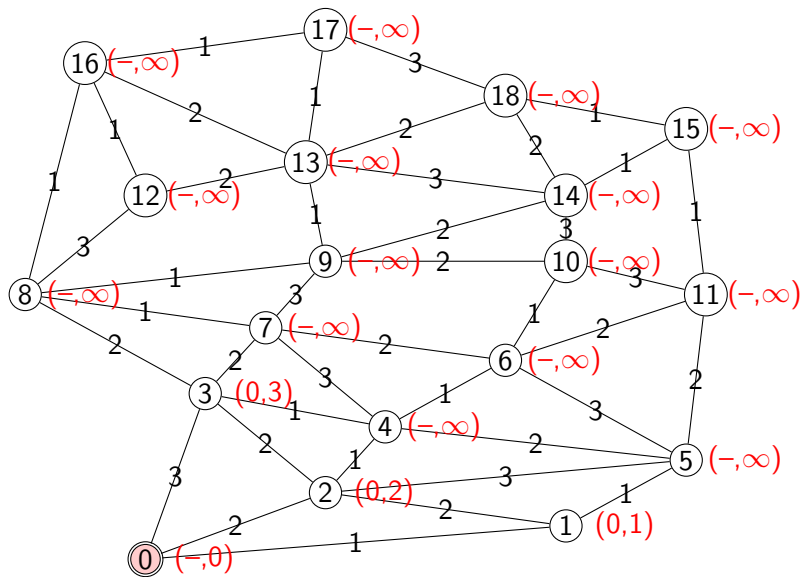
Aufgabe 4.7



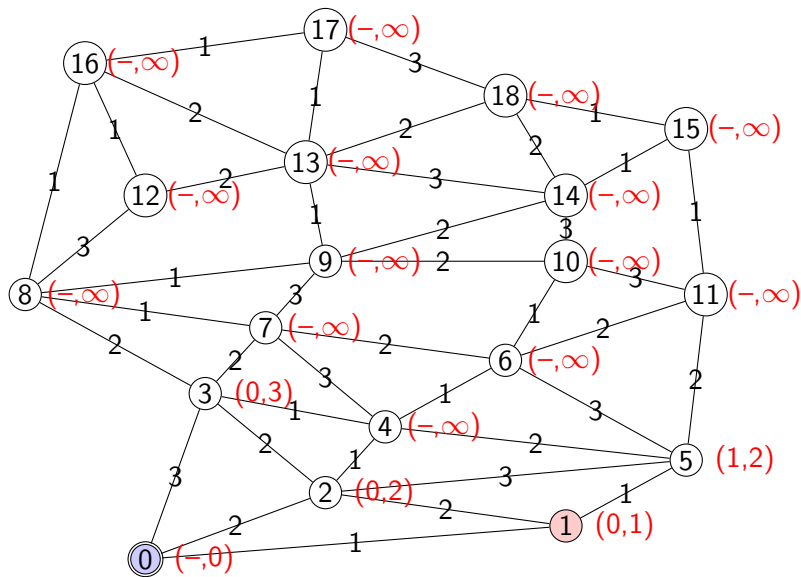
Aufgabe 4.7



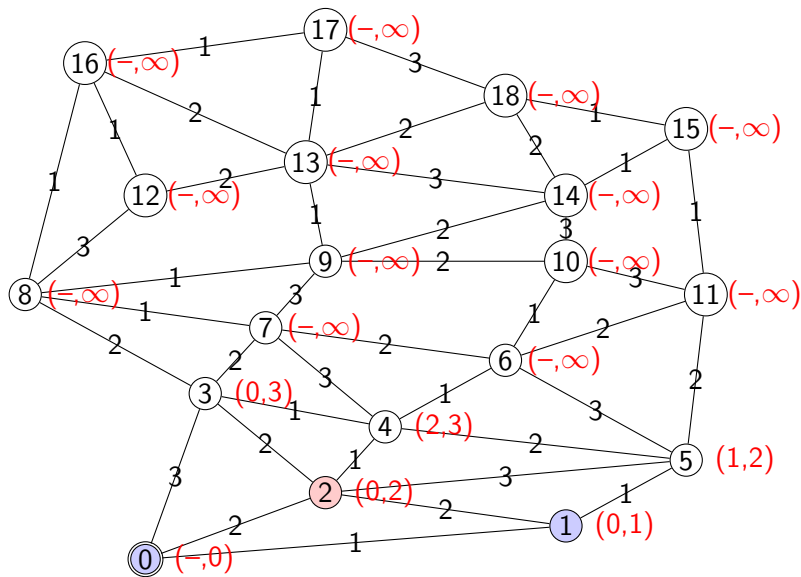
Aufgabe 4.7



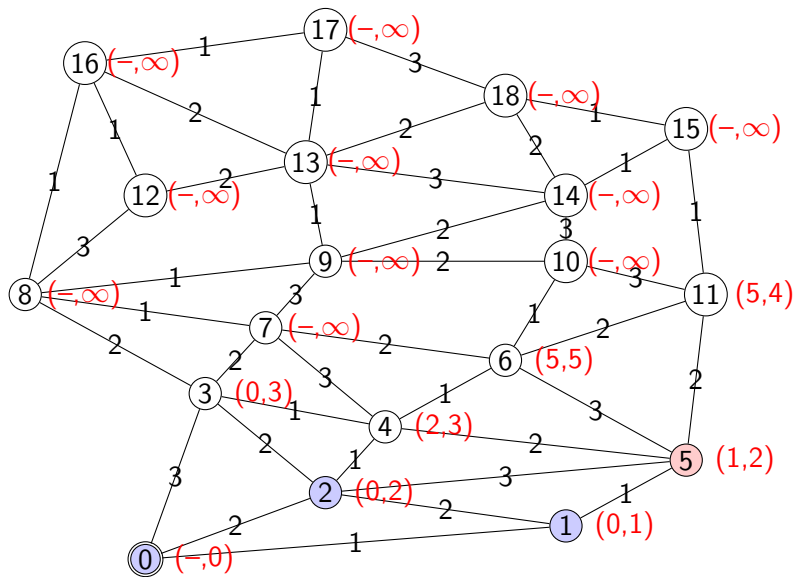
Aufgabe 4.7



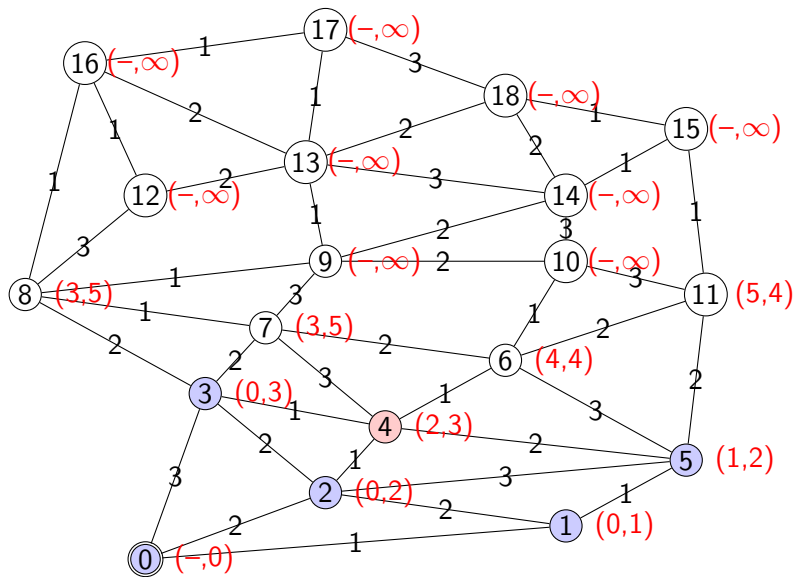
Aufgabe 4.7



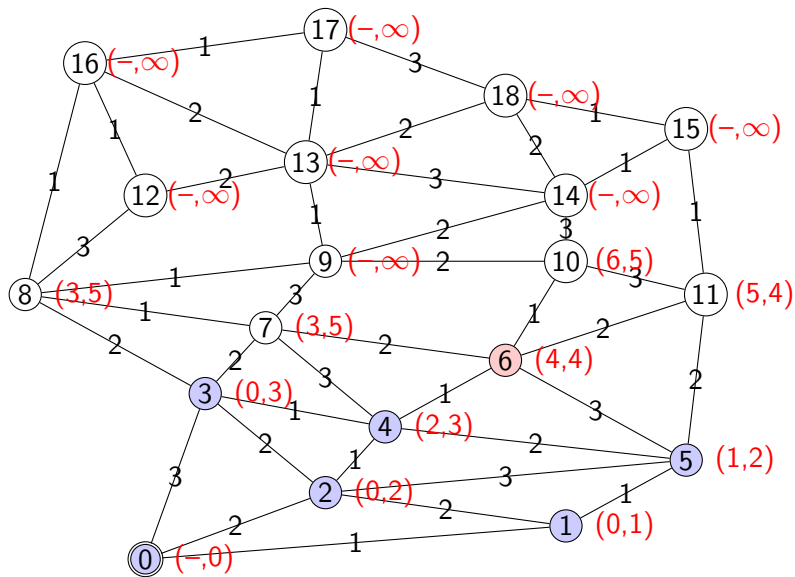
Aufgabe 4.7



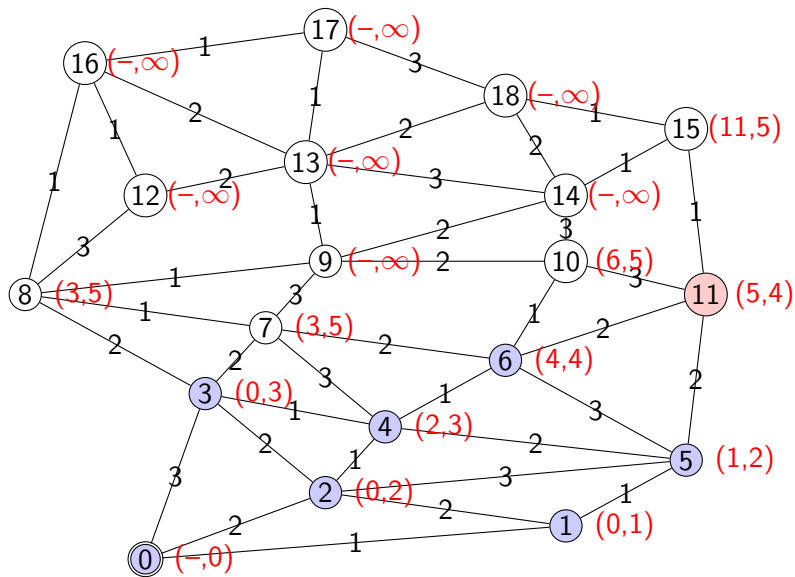
Aufgabe 4.7



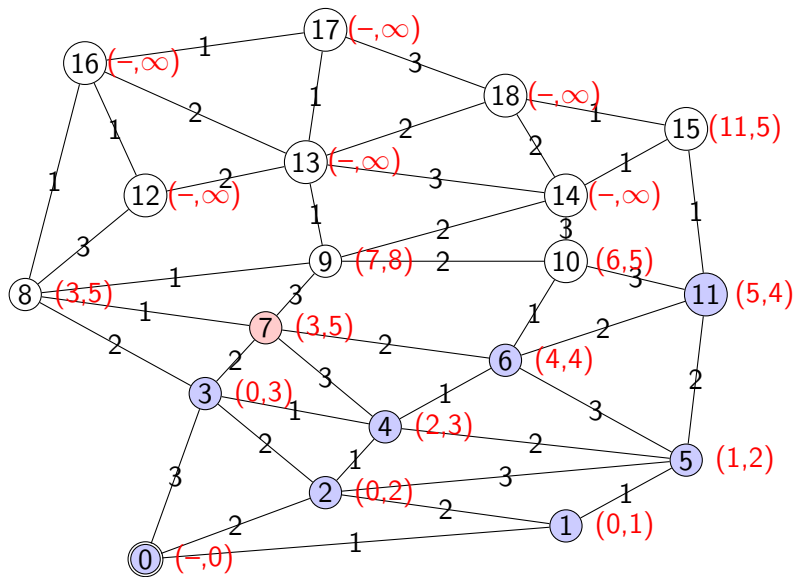
Aufgabe 4.7



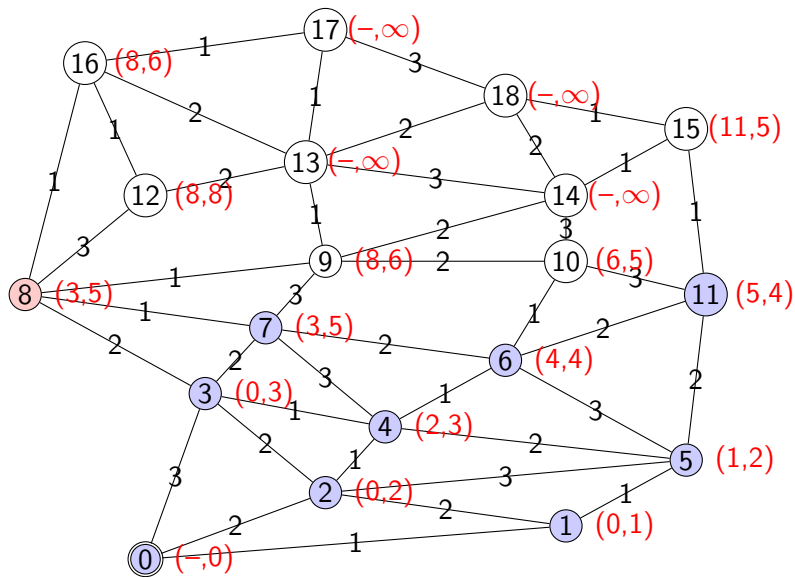
Aufgabe 4.7



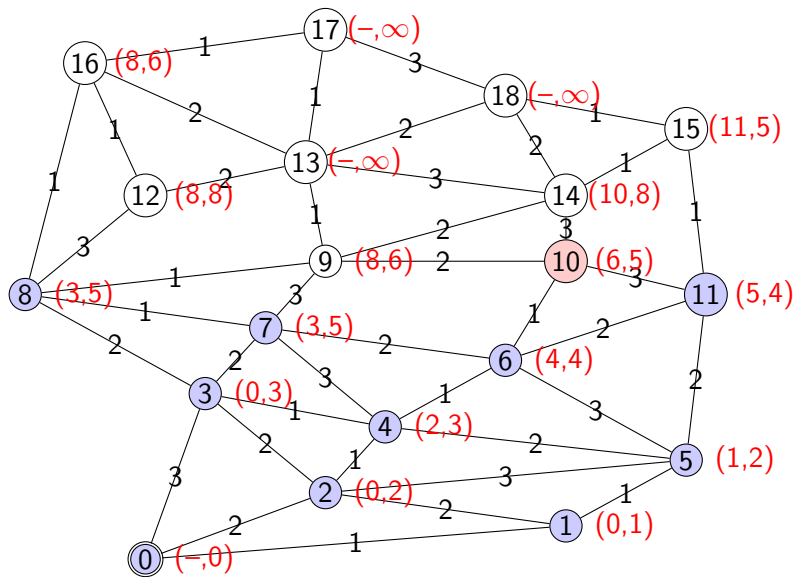
Aufgabe 4.7



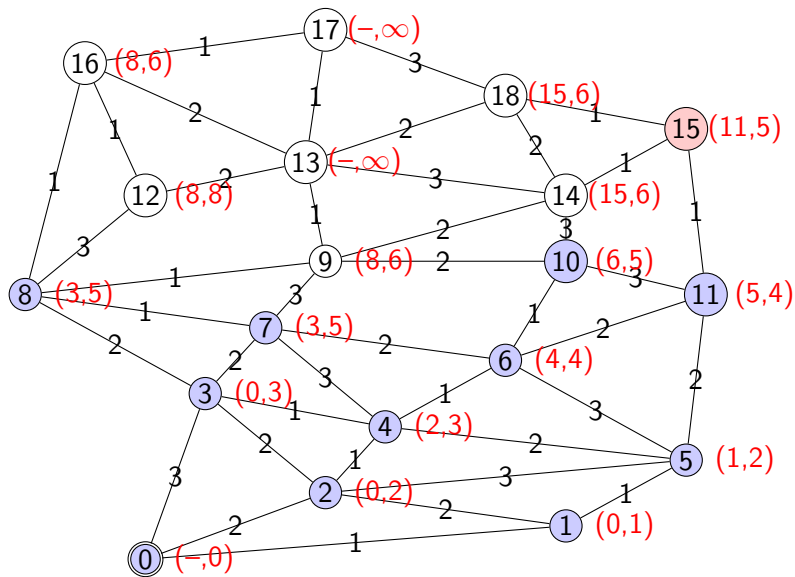
Aufgabe 4.7



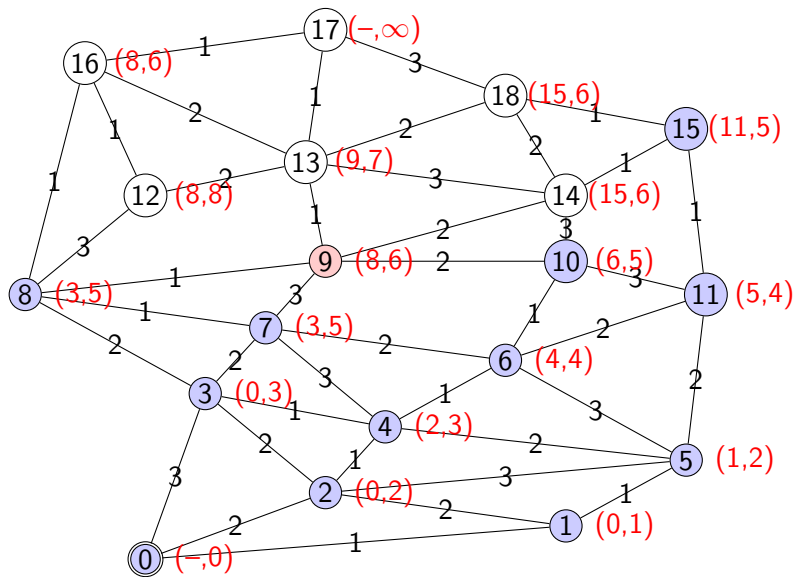
Aufgabe 4.7



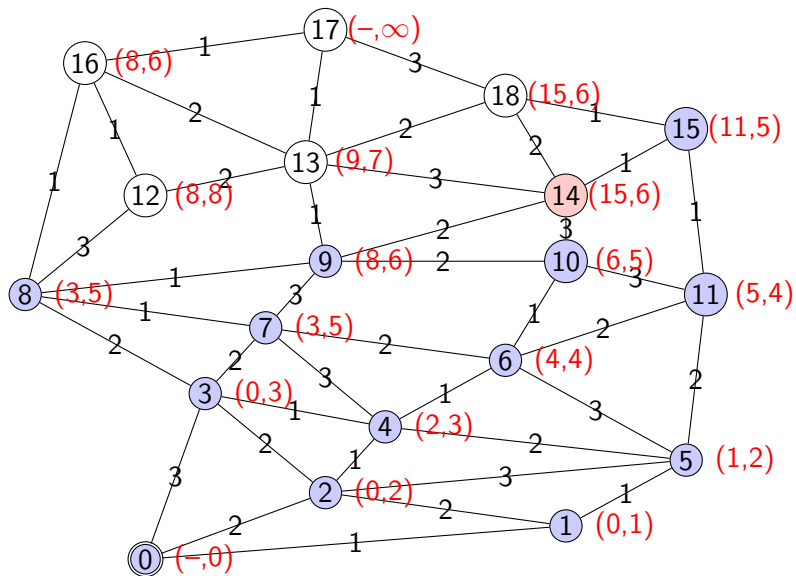
Aufgabe 4.7



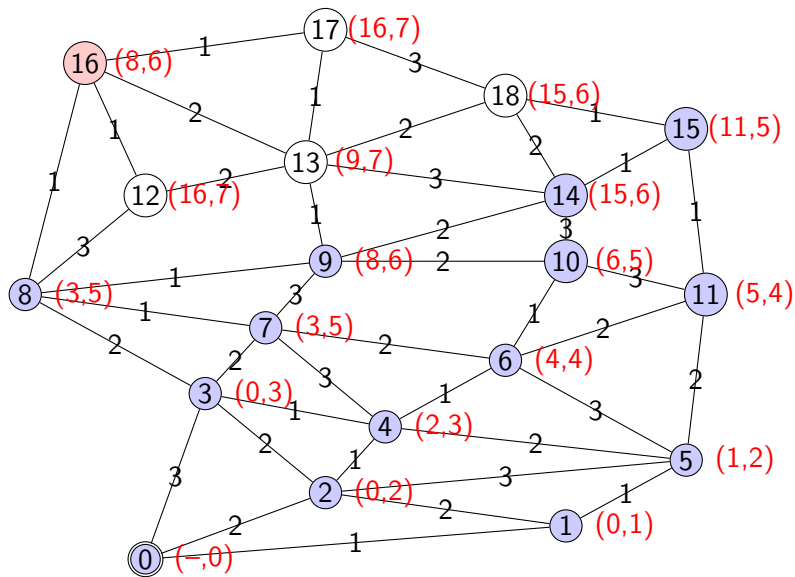
Aufgabe 4.7



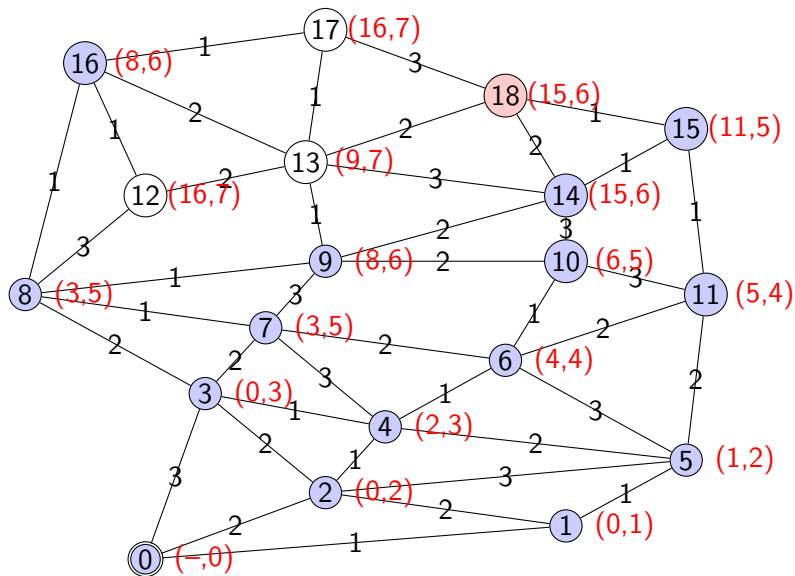
Aufgabe 4.7



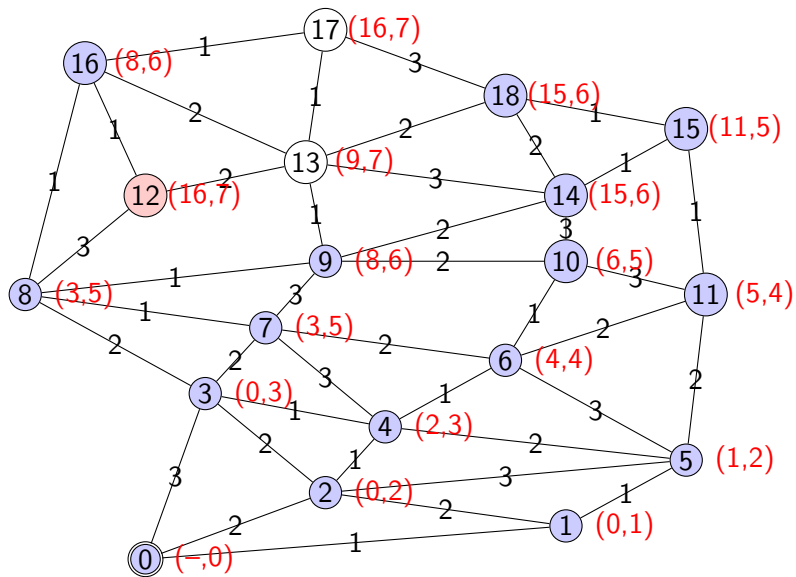
Aufgabe 4.7



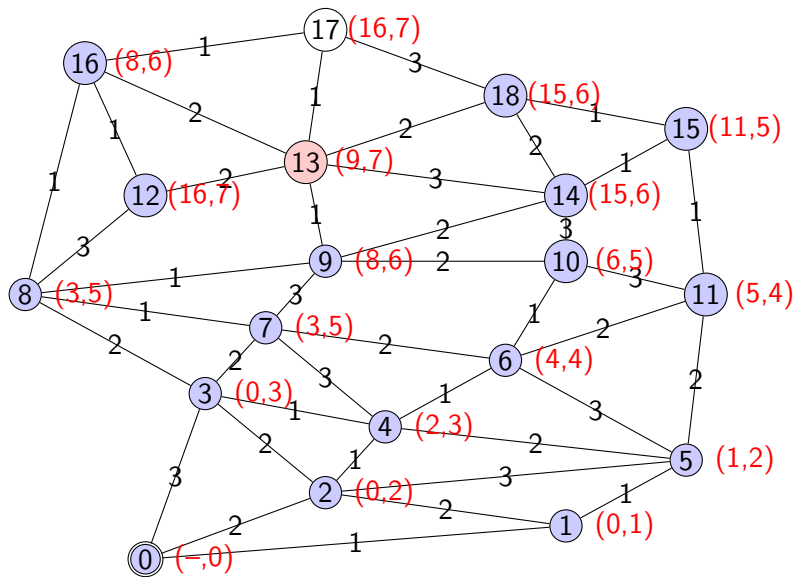
Aufgabe 4.7



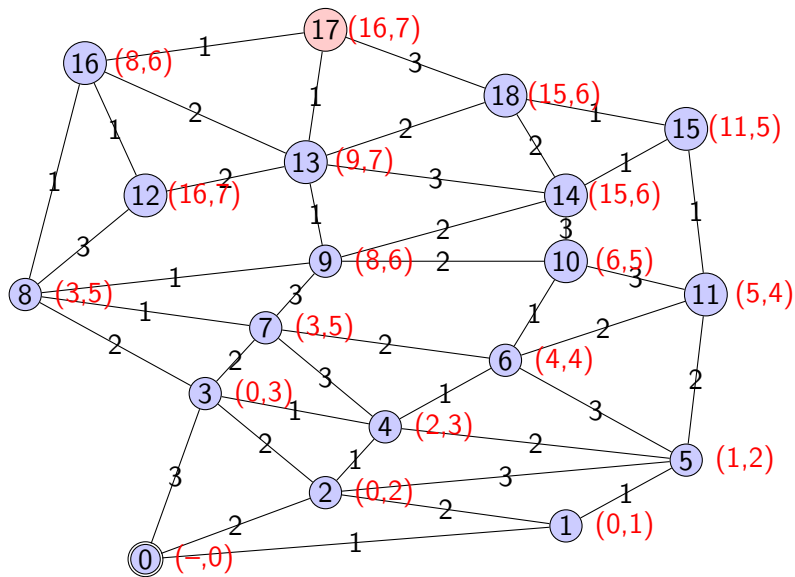
Aufgabe 4.7



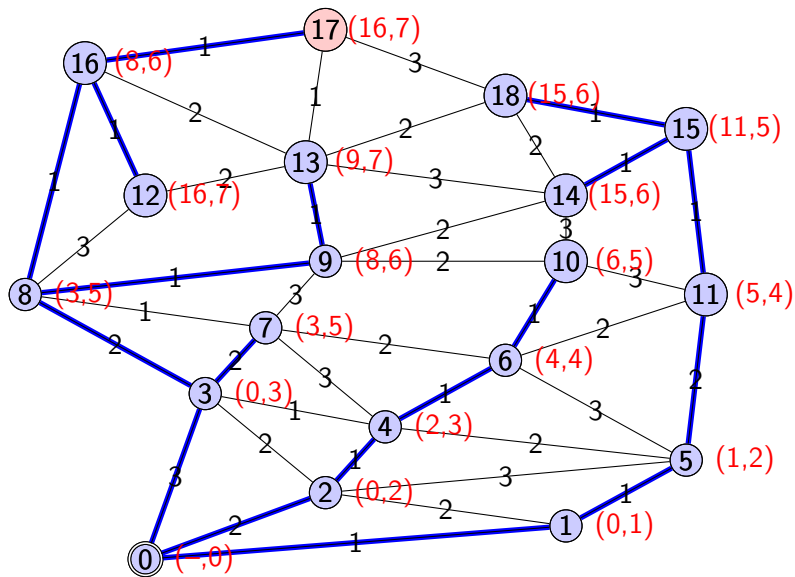
Aufgabe 4.7



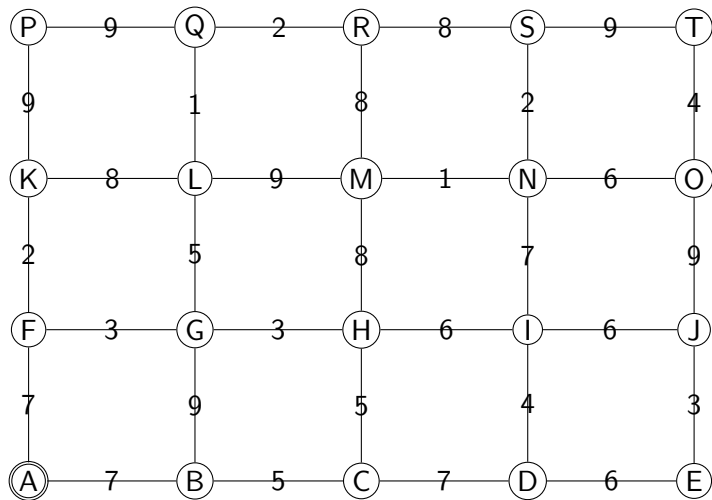
Aufgabe 4.7



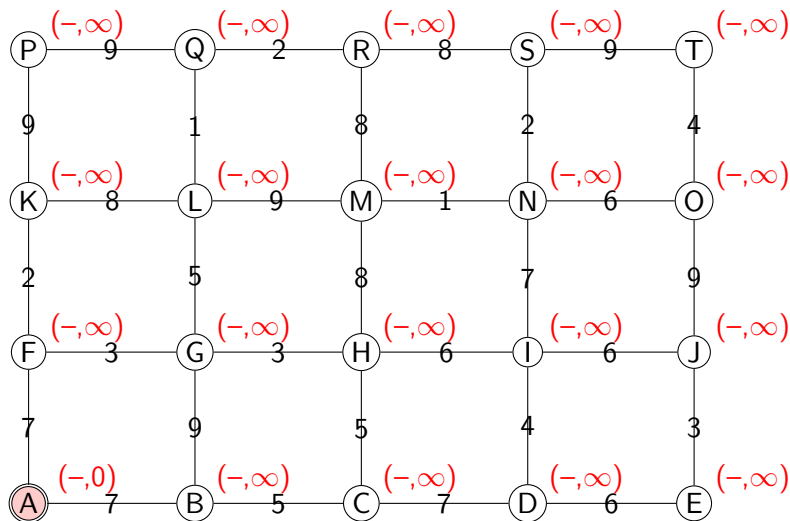
Aufgabe 4.7



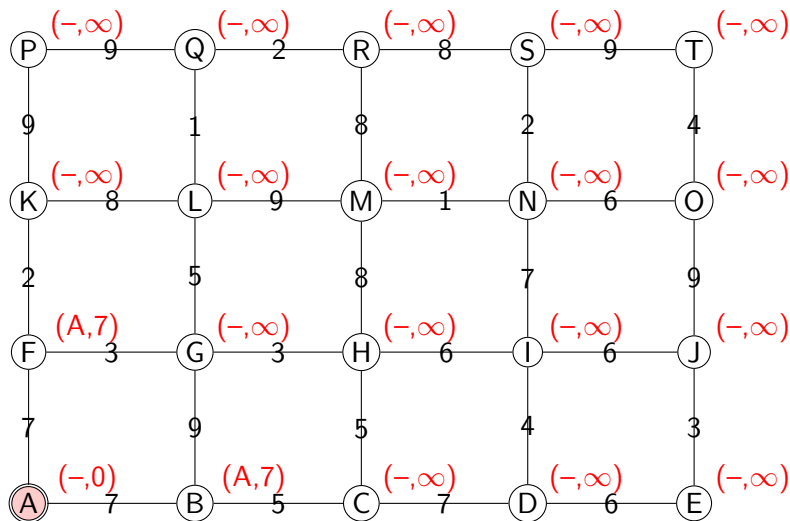
Aufgabe 4.8



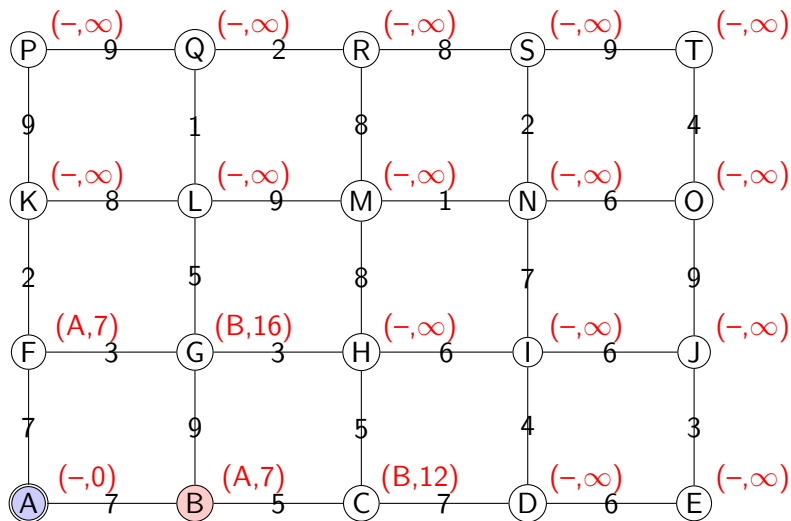
Aufgabe 4.8



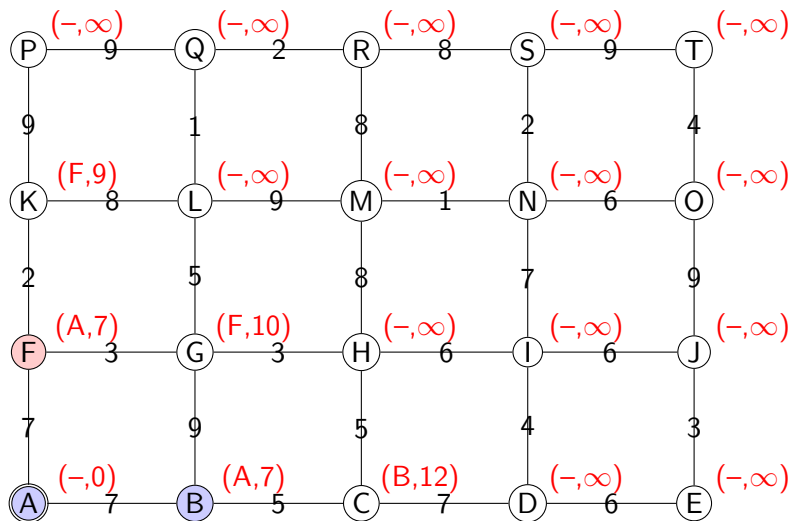
Aufgabe 4.8



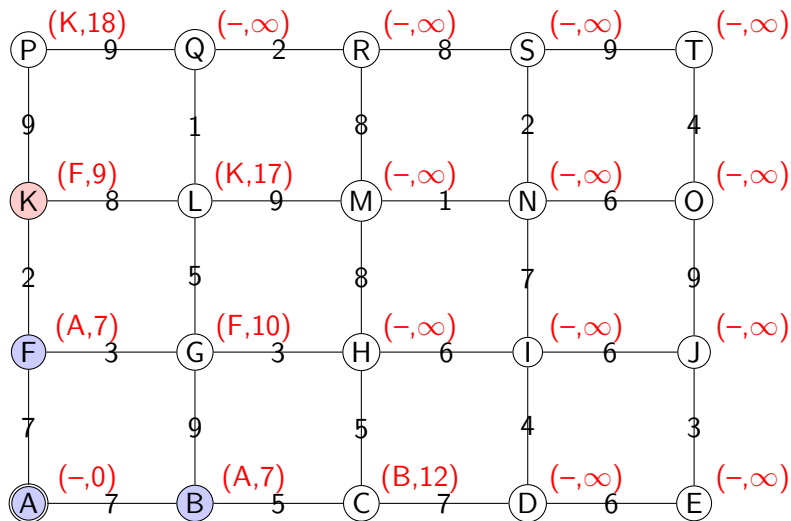
Aufgabe 4.8



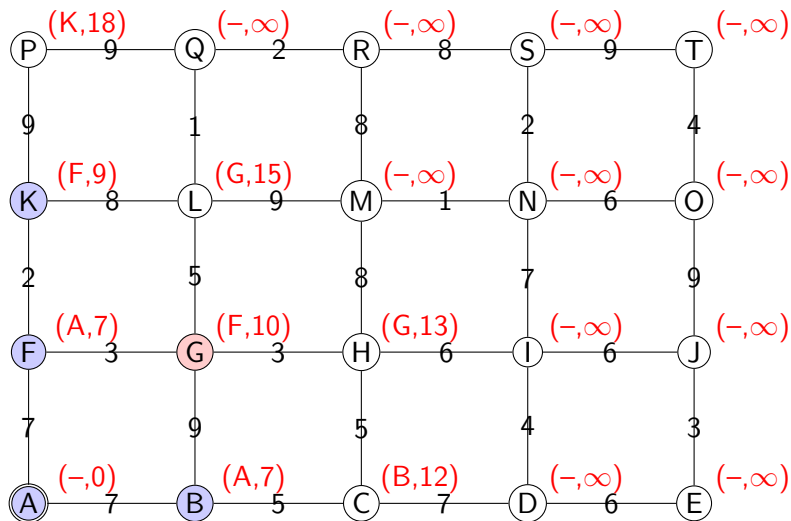
Aufgabe 4.8



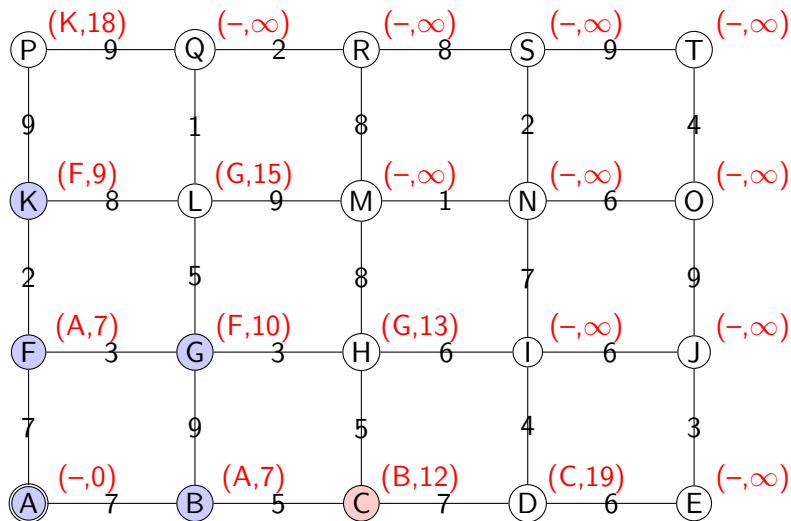
Aufgabe 4.8



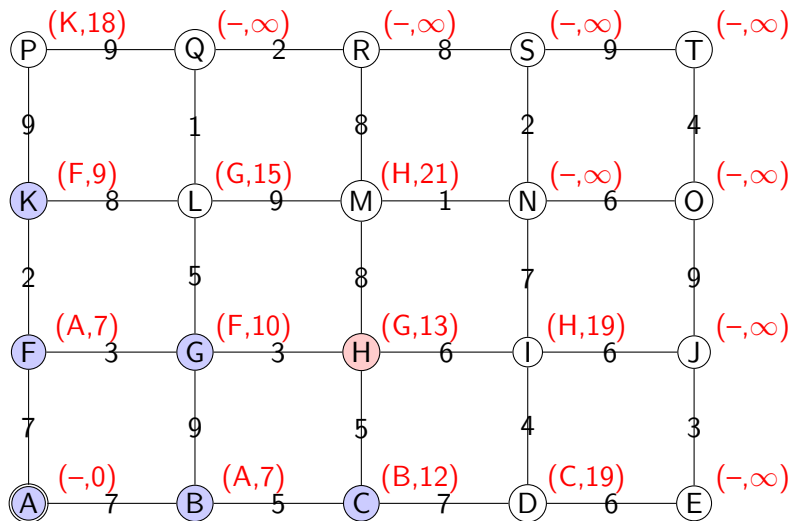
Aufgabe 4.8



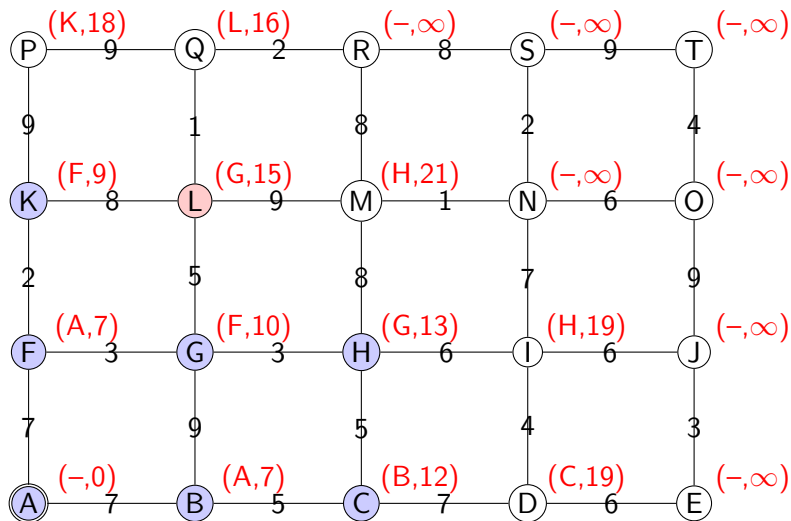
Aufgabe 4.8



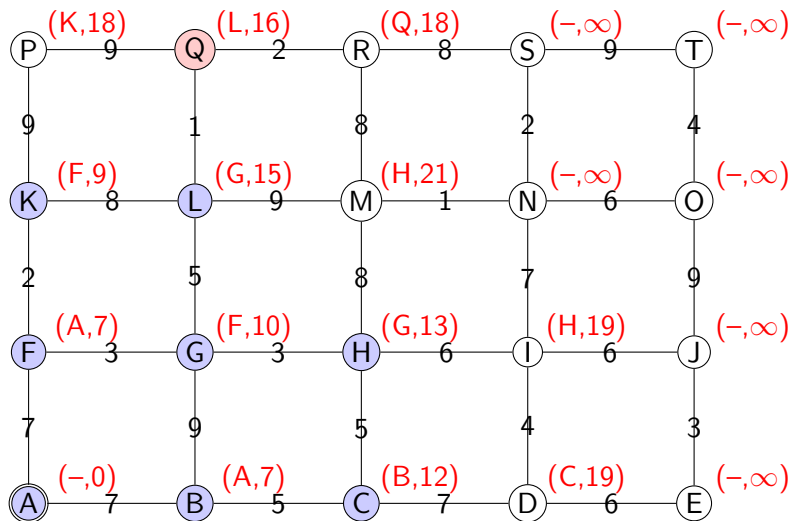
Aufgabe 4.8



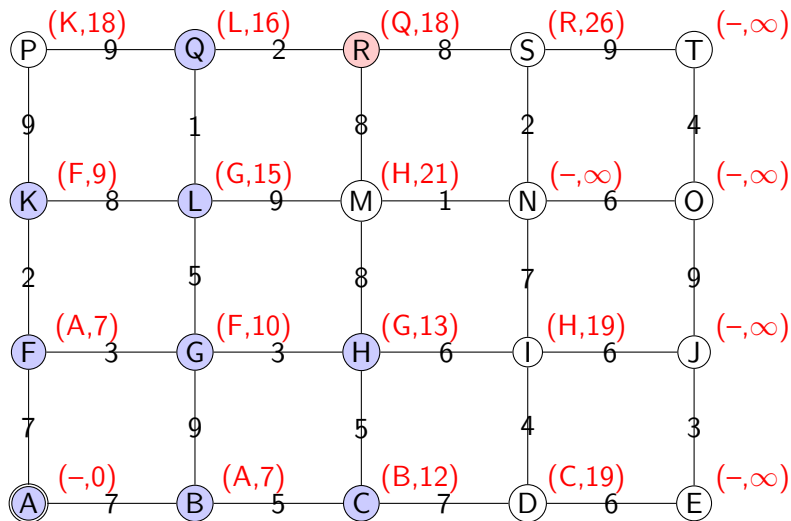
Aufgabe 4.8



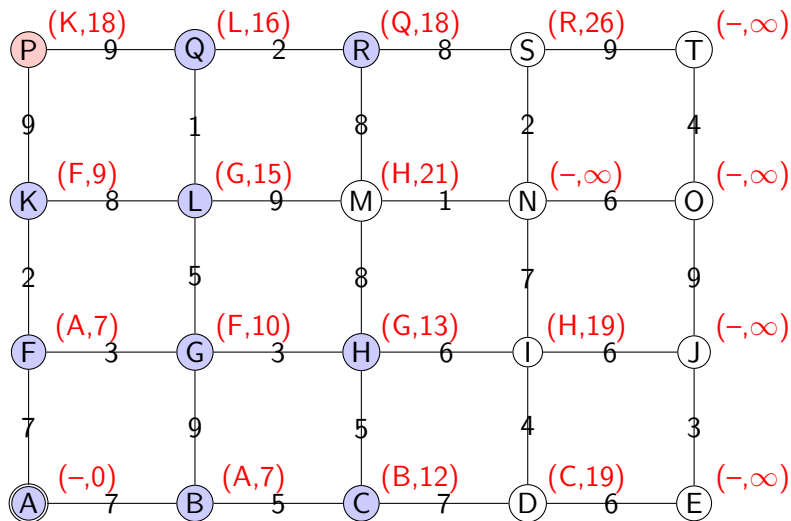
Aufgabe 4.8



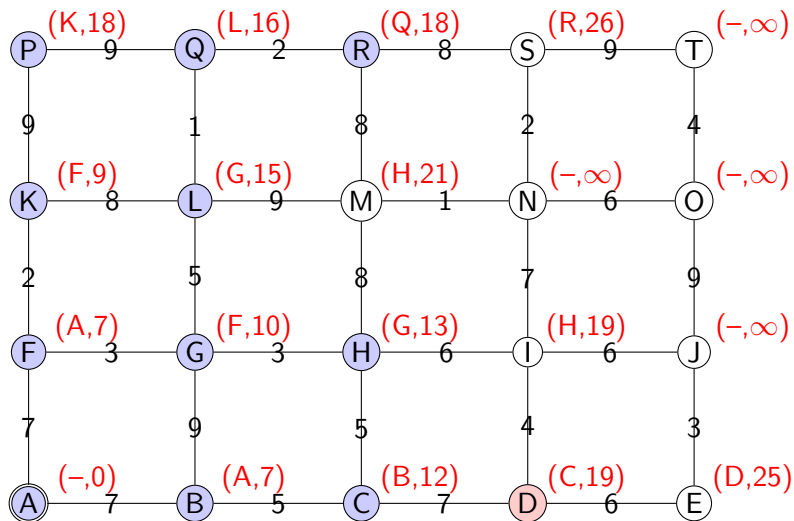
Aufgabe 4.8



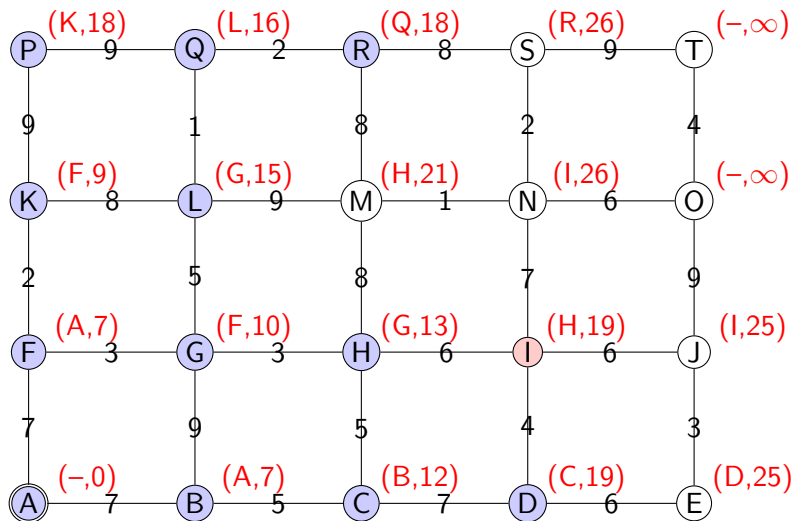
Aufgabe 4.8



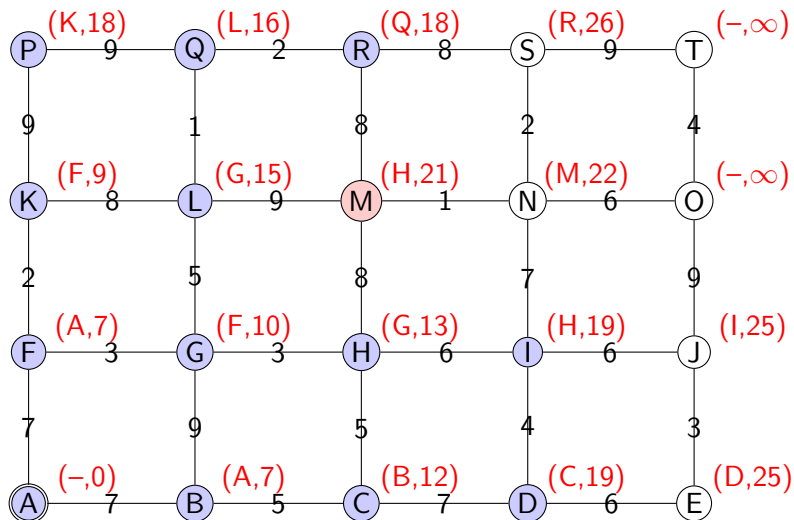
Aufgabe 4.8



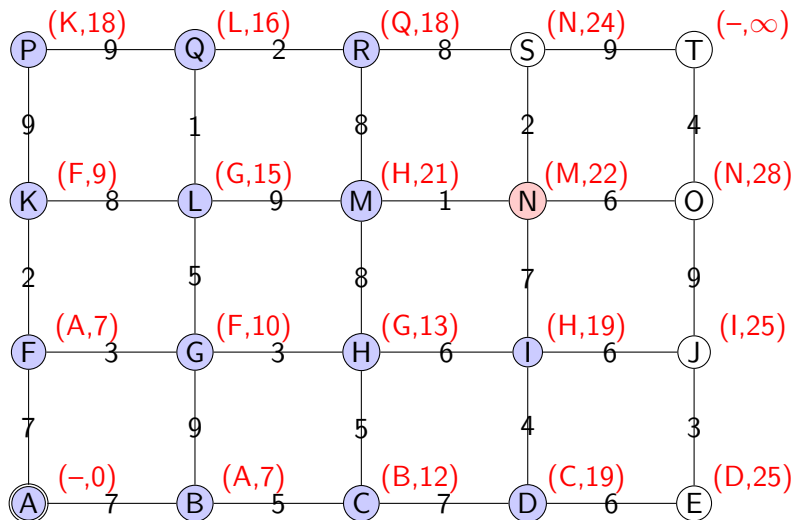
Aufgabe 4.8



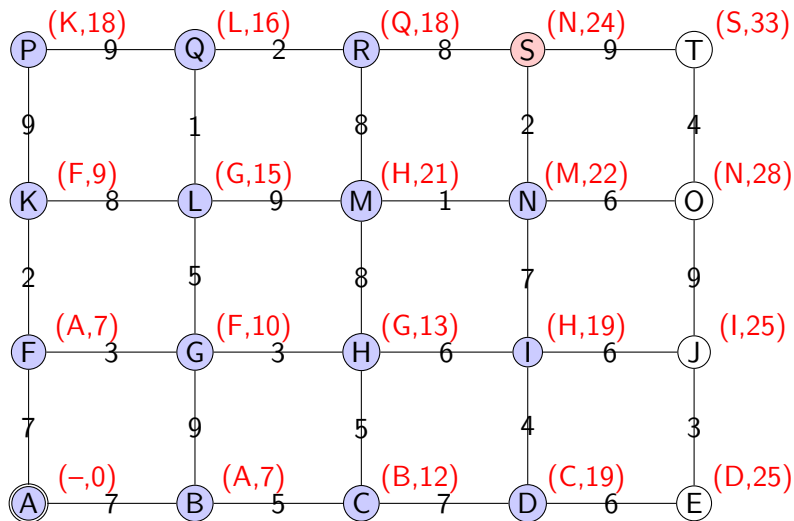
Aufgabe 4.8



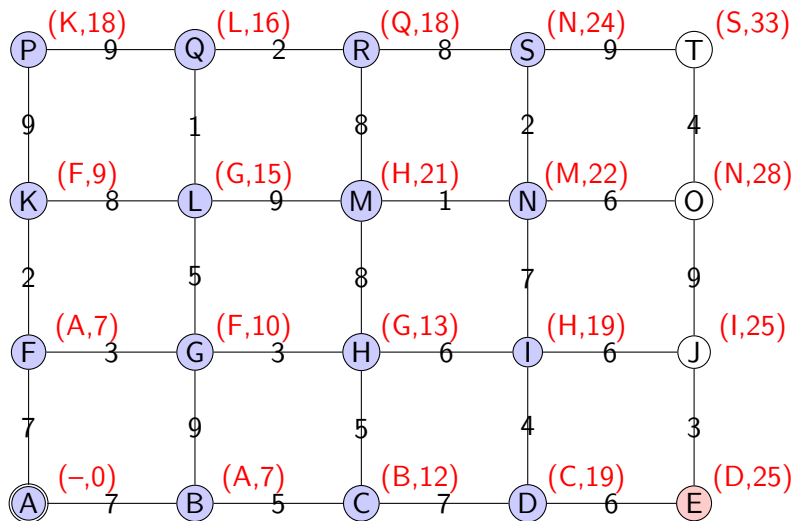
Aufgabe 4.8



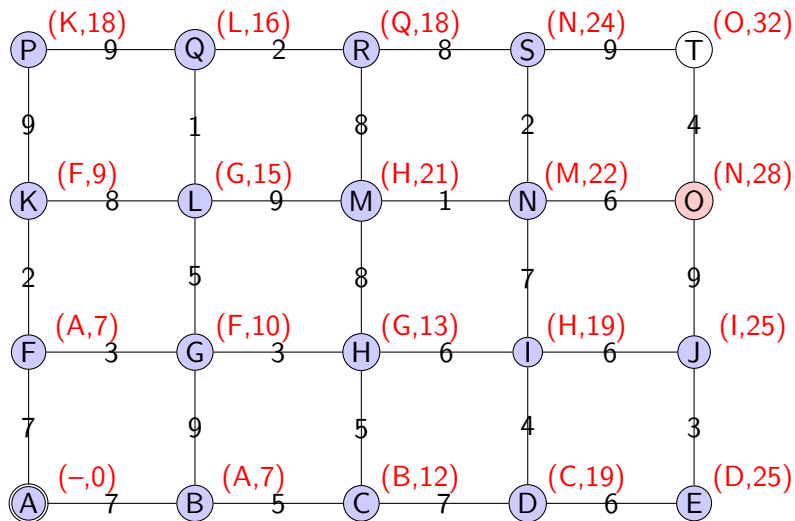
Aufgabe 4.8



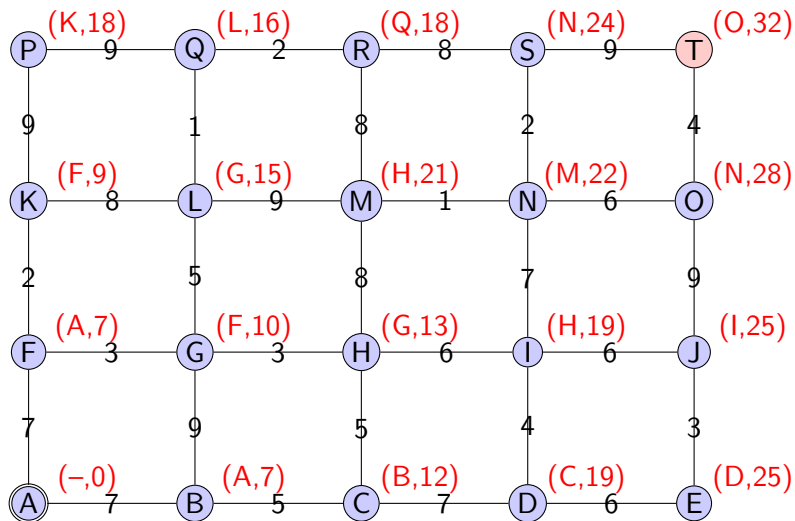
Aufgabe 4.8



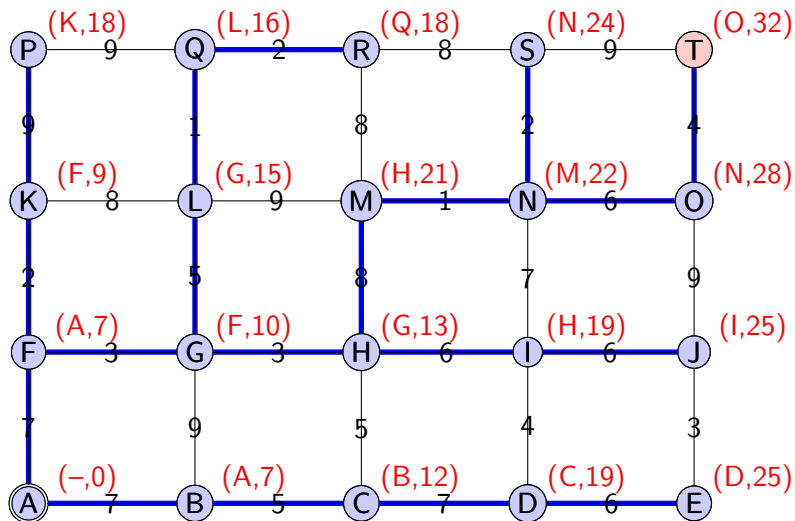
Aufgabe 4.8



Aufgabe 4.8



Aufgabe 4.8



Aufgabe 4.9

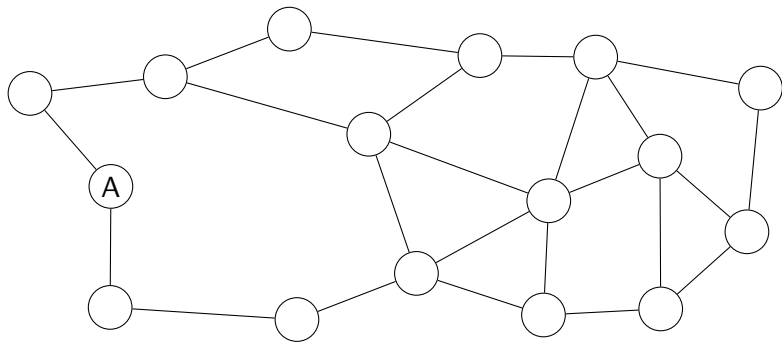
Wie viele Kanten hat ein Spannbaum in einem zusammenhängenden Graphen mit 25 Knoten?

Aufgabe 4.9

25 – 1 = 24 Knoten

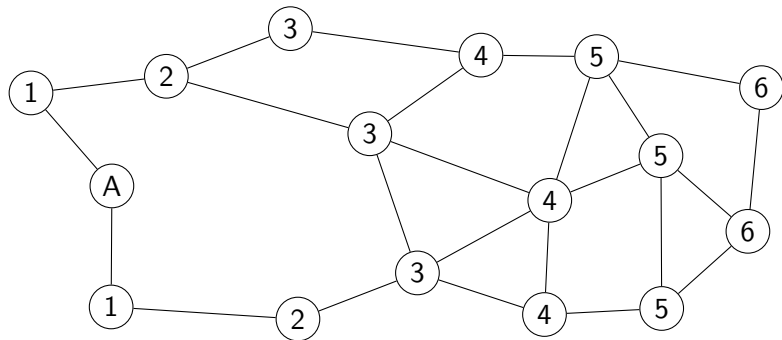
Aufgabe 4.10

Im abgebildeten Netzwerk verbreiten sich Nachricht mittels Flooding, wobei für jeden Hop konstant eine Zeiteinheit benötigt wird. Nach wie vielen Zeiteinheiten hat sich eine Nachricht, die vom Knoten A ausgeht, im ganzen Netzwerk verbreitet?



Aufgabe 4.10

Die Zahl i beschreiben die Position der i -ten „Paketwelle“.



→ Nach 6 Zeiteinheiten.

Aufgabe 4.11

Erkläre den Unterschied zwischen Fluss- und Überlastungskontrolle.

Aufgabe 4.11

- ▶ Flusskontrolle (flow control): Verhindert, dass ein schneller Sender am einen Ende eines Übertragungskanals einen langsamen Empfänger mit Daten überschwemmt.
- ▶ Überlastungskontrolle (congestion): Verhindert, dass ein Verbindungsnetz nicht von seinen angeschlossenen Hosts überlastet wird.

Aufgabe 4.12

Zähle mindestens drei Massnahmen gegen Überlastung auf.

Aufgabe 4.12

- ▶ Leistungsfähigere Netze
- ▶ gute Routing-Algorithmen
- ▶ virtuelle Netze
- ▶ Zugangskontrolle
- ▶ Drosselung des Datenverkehrs
- ▶ Verwerfen von Paketen

Aufgabe 4.14

Der Leaky-Bucket-Algorithmus wird auch im Strassenverkehr angewendet. Wie oder wo?

Aufgabe 4.14

An stark befahrenen Autobahneinfahrten sind Ampeln installiert, die in Stosszeiten jeweils nur ein Auto pro Zeiteinheit passieren lassen.

Am Gotthardtunnel ist dieses System aus Sicherheitsgründen für Lastwagen eingerichtet (Tropfenzählesystem).

Aufgabe 5.1

Welcher Schicht stellt die Transportschicht ihre Dienste zur Verfügung?

Aufgabe 5.1

Der Anwendungsschicht

Aufgabe 5.2

Beschreibe die Aufgabe der Transportschicht in einem Satz.

Aufgabe 5.2

Die Transportschicht soll der Anwendungsschicht einen gut funktionierenden, zuverlässigen Datenübertragungsdienst zur Verfügung zu stellen.

Aufgabe 5.3

Wie werden die Dateneinheiten in der Transportschicht üblicherweise genannt?

Aufgabe 5.3

Segmente

Aufgabe 5.5

Nenne zwei Gemeinsamkeiten zwischen der Sicherungs- und der Transportschicht.

Aufgabe 5.5

Hier sind alle drei:

- ▶ Fehlerüberwachung
- ▶ Steuerung der Reihenfolge der Rahmen bzw. Segmente
- ▶ Flusskontrolle

Aufgabe 5.15

Welches ist der wesentliche Unterschied zwischen dem UDP- und dem TCP-Protokoll?

Aufgabe 5.15

- ▶ UDP: verbindungslos
- ▶ TCP: verbindungsorientiert