

## 1 Úkol 1:

Barevná světla M1, M2 jsou popsána trichomatickými součiniteli v systému CIE RGM následovně:

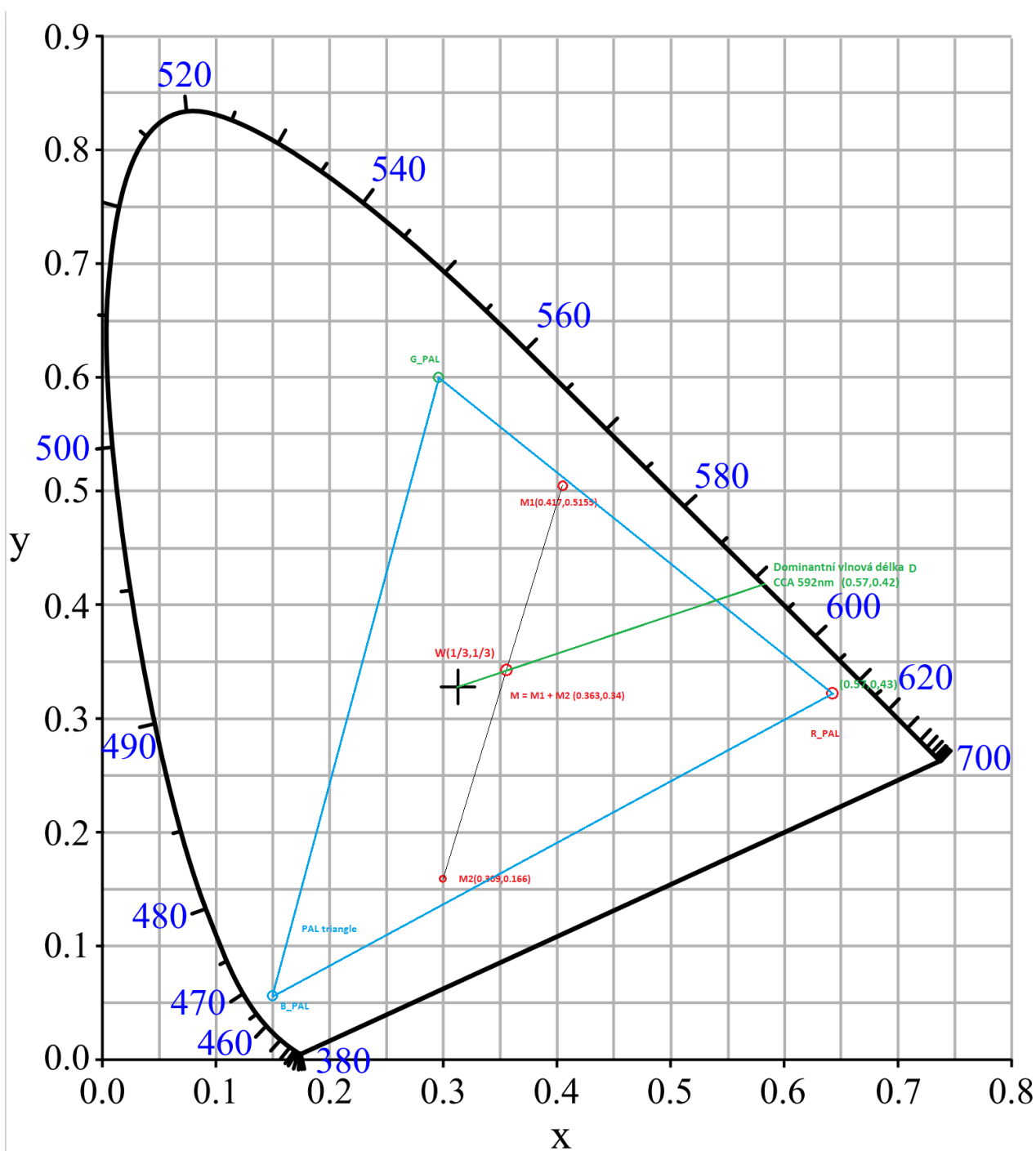
$$M1 : R_{M1} = 10, G_{M1} = 8, B_{M1} = 1$$

$$M2 : R_{M2} = 20, G_{M2} = 5, B_{M2} = 25$$

$$M = M1 + M2$$

### 1. Zakreslete všechna světla M1, M2, a M do diagramu CIE x,y.

Výsledné souřadnice bodů M1, M2 a M byly vypočteny pomocí python scriptu, který je přiložený na konci úkolu. Jedná se vesměs jen o přepis transformačních rovnic z prezentace...



2. Určete vlnovou délku a čistotu (syťost) výsledného světla M. Je vlnová délka výsledného světla M dominantní nebo komplementární?

Vlnová délka je přibližně 592nm ( $x = 0.57$ ,  $y = 0.42$ ) označena bodem D viz. diagram na předchozí straně. Za předpokladu, že referenční bílé světlo W má  $x$  a  $y$  hodnoty  $1/3$ , je vlnová délka dominantní a světlo má syťost  $p_e$  cca 0.127.

$$p_e = \frac{WF}{WD} = \frac{M_x - W_x}{D_x - W_x} = \frac{0.363 - 0.3333}{0.57 - 0.3333} = 0.127$$

3. Je také světlo M reprodukovatelné v TV soustavě PAL? Vaší odpověď zdůvodněte jak slovně tak i graficky (pomocí diagramu CIE  $x,y$ ).

Z grafu je patrné, že výsledná barva M, vzniklá mísením světél M1 a M2, leží v oblasti pomyslného trojúhelníku, který je vytvořený body R\_PAL, G\_PAL, B\_PAL. Tyto body značí základní barvy PAL systému. To znamená, že je výsledná barva M reprodukovatelná systémem PAL.

4. Výpočty pomocí python scriptu

```

1  #FROM RGB TO XYZ
2  def rgb2XYZ(r,g,b):
3      X = 2.2770*r + 1.7526*g + 1.130*b
4      Y = r + 4.591*g + 0.06*b
5      Z = 0*r+ 0.057*g + 5.594*b
6
7      return X,Y,Z
8
9  #FROM XYZ to RGB
10 def XYZ2rgb(X,Y,Z):
11     r = 0.419 *X - 0.159*Y -0.083*Z
12     g = -0.091*X + 0.252*Y + 0.016*Z
13     b = 0.001*X + 0.003*Y + 0.179*Z
14     return r,g,b
15
16 #FROM XYZ to xyz
17 def XYZ2xyz(X,Y,Z):
18     x = X/(X+Y+Z)
19     y = Y/(X+Y+Z)
20     z = Z/(X+Y+Z)
21     return x,y,z
22
23 def rgb2xyz(r,g,b):
24     X,Y,Z = rgb2XYZ(r,g,b)
25     x,y,z = XYZ2xyz(X,Y,Z)
26     return x,y,z
27
28 #test rgb(1,1,1) should give cca (1/3,1/3,1/3)
29 print(rgb2xyz(1,1,1)) #(0.313432473149633, 0.34328376342518346, 0.34328376342518346)
30
31 #UKOL 1:
32 #xy coordinates of points M1 and M2
33 M1_rgb = (10,8,1)
34 M2_rgb = (20,5,25)
35
36 M1_xyz = rgb2xyz(*M1_rgb)
37 M2_xyz = rgb2xyz(*M2_rgb)
38 print("M1",M1_xyz) # (0.41781953926230847, 0.5155202580906755, 0.06666020264701605)
39 print("M2",M2_xyz) # (0.30902175988141184, 0.16640900192031985, 0.5245692381982684)
40
41 #COLOR MIXING
42 # M1 + M2 = M
43 def addColorXYZ(x1,y1,z1,coef1,x2,y2,z2,coef2):
44     x = coef1*x1+x2*coef2
45     y = coef1*y1+y2*coef2
46     z = coef1*z1+z2*coef2
47     return x,y,z
48
49 #final result
50 M_final_xyz = XYZ2xyz(*addColorXYZ(*M1_xyz,1,*M2_xyz,1))
51 print("M1 + M2",M_final_xyz) # (0.36342064957186015, 0.34096463000549765,
52     0.29561472042264225)
53
54 #syťost
55 pe = (M_final_xyz[0]- 1/3)/(0.57-1/3)
56 print("syťost",pe) # 0.127129505233212

```

## 2 Úkol 2:

Obrazový signál odpovídající soustavě PAL je digitalizován podle doporučení ITU-R BT.601 ve formátu 4:2:2. Každý vzorek je reprezentován 10 bity:

1. Určete bitovou rychlost nekomprimovaného digitálního signálu. Výsledek vyjádřete v jednotkách bit/s a Mbit/s

Při všech výpočtech počítám s konvencí, že 1 kbit = 1000 bitů...

Nekomprimovaný signál s formátem 4:2:2 má podle ITU-R BT.601 bitovou rychlost:

Pro 8bit:

$$(2 \cdot 6.75 \text{ MHz} + 13 \text{ MHz}) \cdot 8 \text{ bit} = 216 \text{ Mbit/s}$$

Pro 10bit:

$$(2 \cdot 6.75 \text{ MHz} + 13 \text{ MHz}) \cdot 10 \text{ bit} = 270 \text{ Mbit/s}$$

2. Určete velikost nekomprimovaného záznamu videosekvence o délce 90 minut. Výsledek vyjádřete v jednotkách bitů (b) a bajtů (B) a gigabajtů (GB)

Pro 8bit:

$$216 \text{ Mbit/s} \cdot 90 \cdot 60 = 1166400000000 \text{ b} = 145800000000 \text{ B} = 145.8 \text{ GB}$$

Pro 10bit:

$$270 \text{ Mbit/s} \cdot 90 \cdot 60 = 1458400000000 \text{ b} = 182250000000 \text{ B} = 182.25 \text{ GB}$$

3. Jakého kompresního poměru musí dosáhnout komprimační algoritmus, aby bylo možné uvažovanou videosekvenci uložit na DVD médium ( $4,7 \cdot 10^9 \text{ B}$ )?

Pro 8bit:

$$145.8/4.7 = 31.02 \rightarrow \text{kompresní poměr musí být alespoň } 32:1.$$

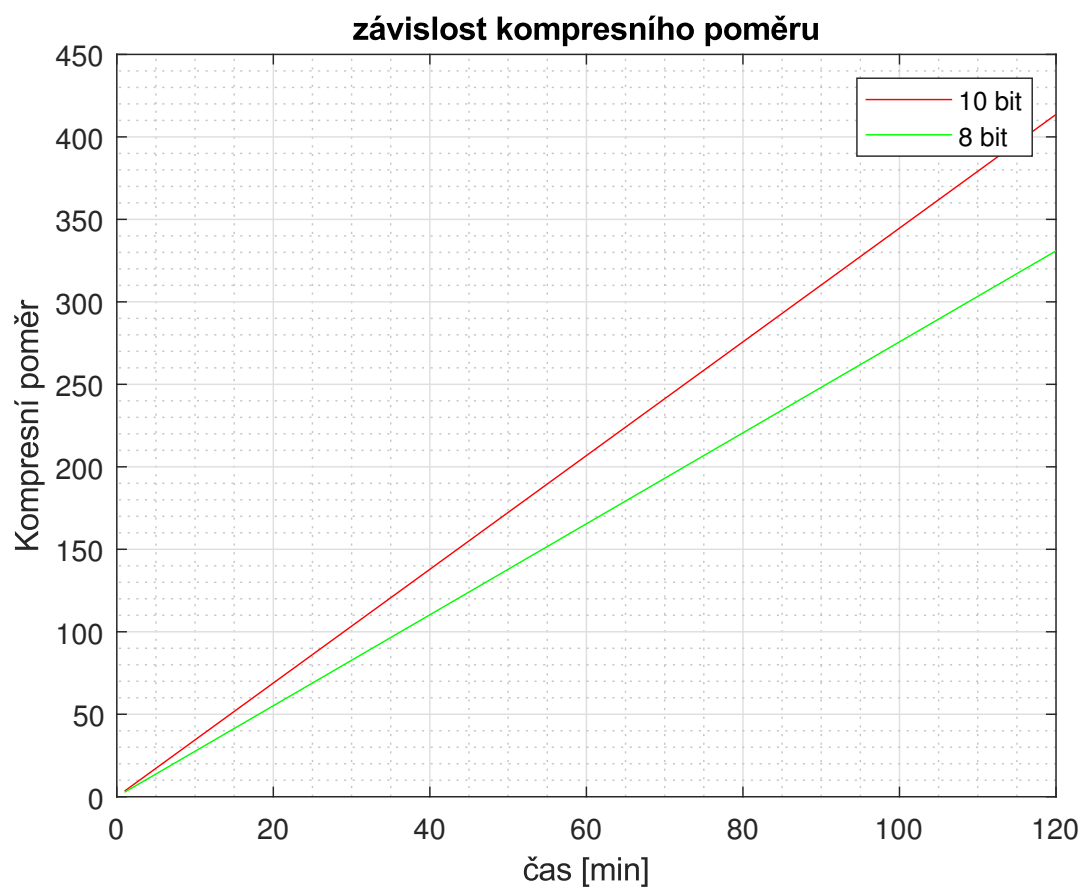
Pro 10bit:

$$182.25/4.7 = 38.7 \rightarrow \text{kompresní poměr musí být alespoň } 32:1.$$

4. Výpočty v bodech 1 až 3 opakujte pro případ, kdy každý vzorek obrazového signálu je reprezentován 8bity. Jaký je procentuální nárůst (nebo pokles) bitové rychlosti, když každý vzorek je reprezentován 10 bity ?

Výsledky jsou vepsány do jednotlivých úkolů.

5. Nakreslete závislost velikosti kompresního poměru na délce záznamu videosekvence (formát 4:2:2, 8 a 10 bitů). Uvažujte délku videa od 1 až 120 minut, video se má uložit na DVD médium. Jaký je procentuální nárůst (nebo pokles) kompresního poměru pro videosekvenci o délce 120 minut, když uvažujeme 10 bitové rozlišení namísto 8bitového ?



Kompresní poměr v 120 min:

10bit: 413.6170

8bit: 330.8936

nárůst je přibližně 25%