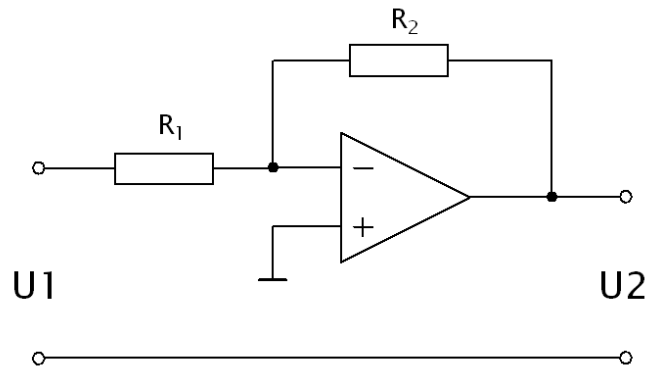


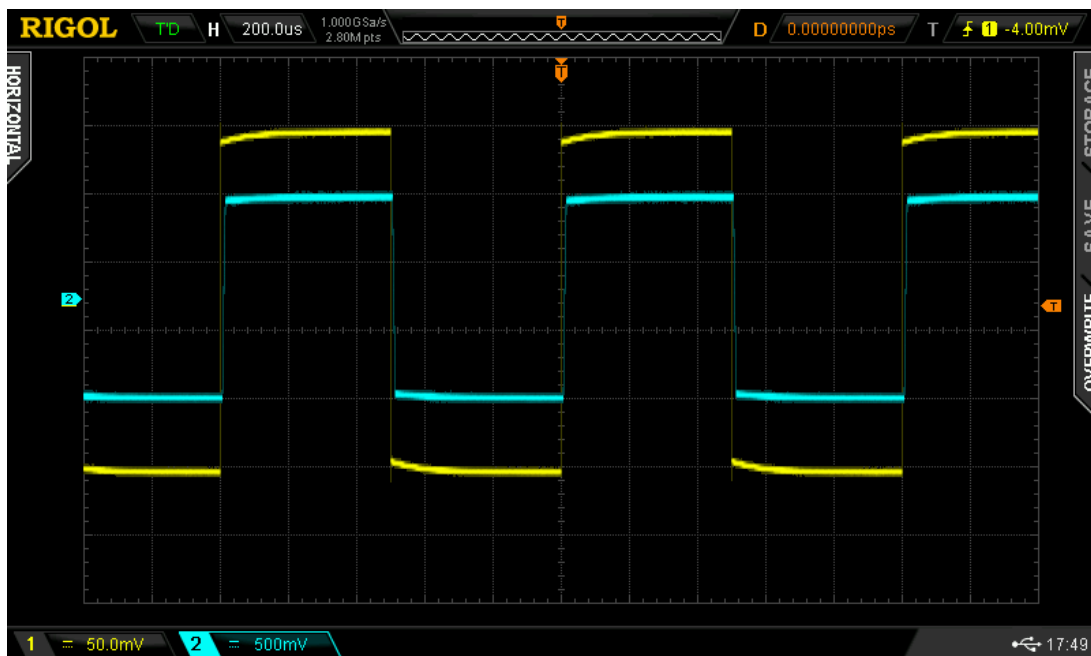
## 2.1 Proporcionální člen

Úkol: Zjistěte, jaké jsou rozdíly přechodových charakteristik v zapojení proporcionálního členu pomocí bloku AMPLIFIER a bloku PID CONTROLLER stavebnice RC2000.



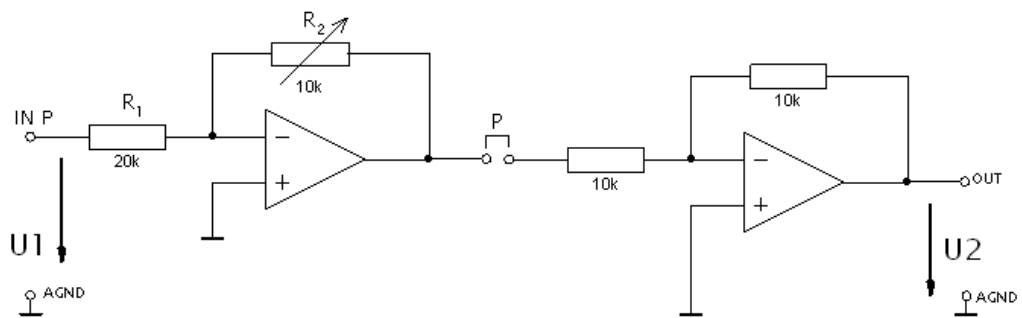
Obrázek 48: Proporcionální člen schéma

Postup: Zapojili jsme invertující zesilovač na bloku amplifier podle obrázku 48. Na zdroji signálu nastavili tvar signálu *square* velikost 5V frekvenci 100Hz a stiskli tlačítko OUTPUT. Hroty osciloskopu připojili na vstup a výstup zesilovače. Na osciloskopu zobrazili přechodovou charakteristiku, kterou jsme uložili na přenosné médium k dalšímu použití podle návodu. Výstup z osciloskopu je na obrázku 49.



Obrázek 49 : P-člen osciloskop

Za použití modulu PID CONTROLLER zapojili proporcionální člen, viz obrázky 50 a 51.



Obrázek 50 : P člen schéma PID controller

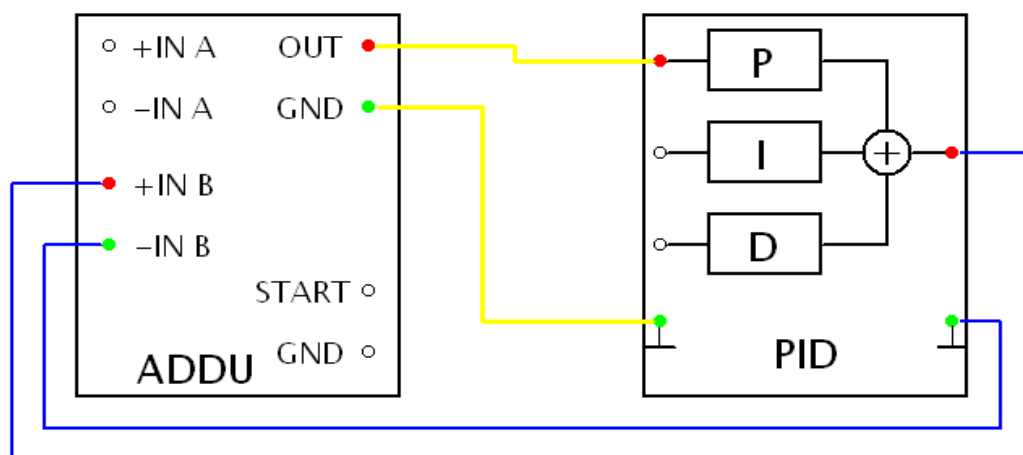
Spustili jsme program rc2000 – Oscilloskope+Gen.

Vybrali vstupní skokovou funkci 2,5V v panelu **output** otevřeli soubor *skok1.aio* potvrdili kliknutím na tlačítko **open**.

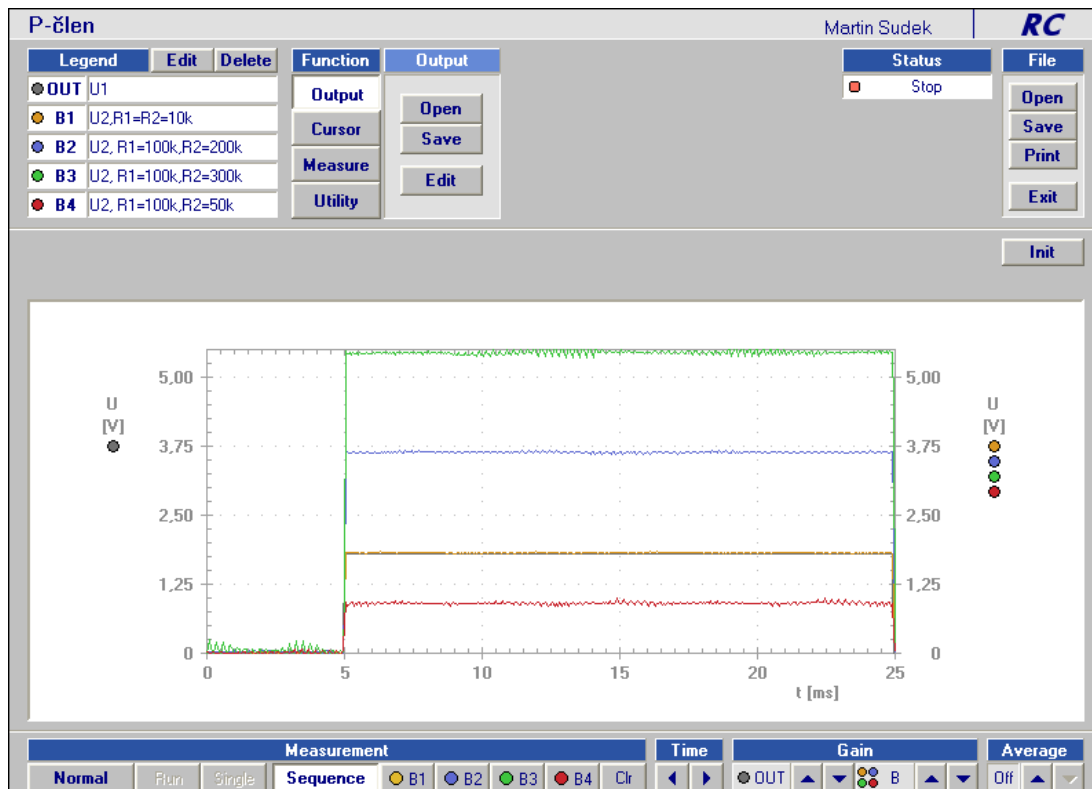
Měření provedli pro následující hodnoty odporů, viz tabulka 23.

Tabulka 23 : Hodnoty odporu rezistorů proporcionální člen

| R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> |
|----------------|----------------|
| 10 kΩ          | 10 kΩ          |
| 100 kΩ         | 200 kΩ         |
| 100 kΩ         | 300 kΩ         |
| 100 kΩ         | 50 kΩ          |



Obrázek 51 : Zapojení měřícího obvodu P-člen

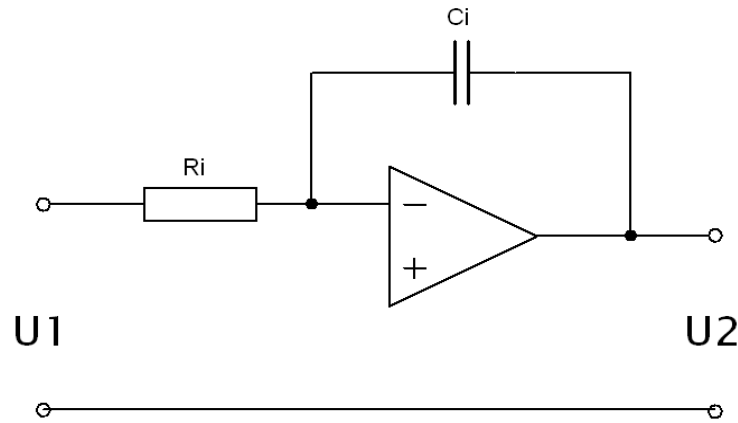


Obrázek 52 : P-člen RC didactic

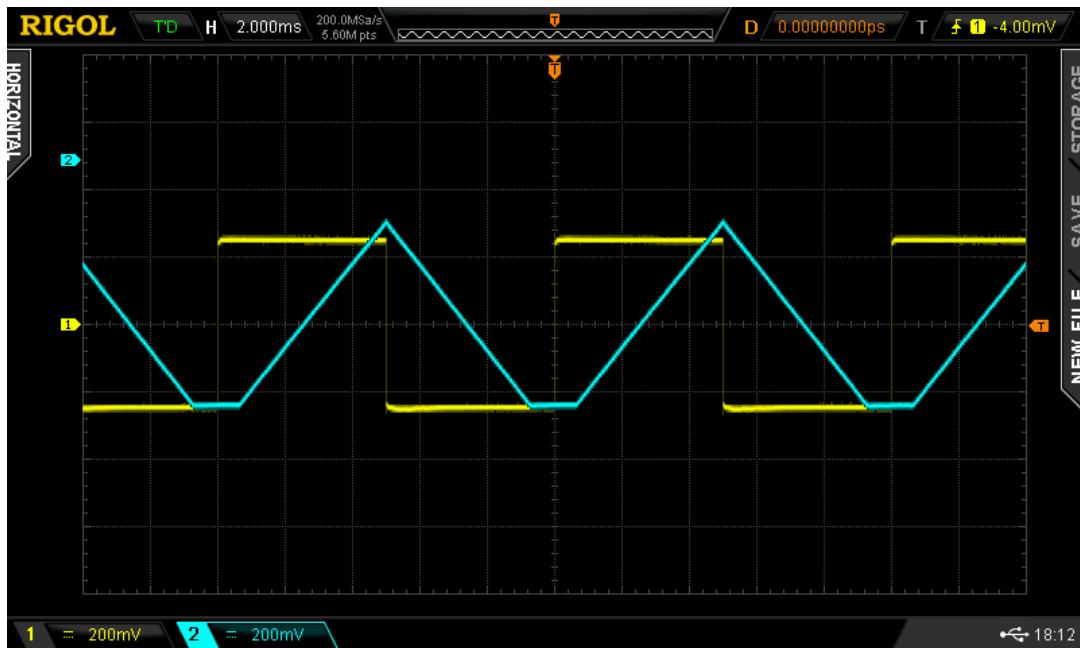
**Závěr:** Jak můžeme vidět z průběhů zobrazených na obrázcích 49 a52. Na obou se jedná o stejný tvar průběhu, což potvrzuje tvrzení o shodnosti obou zapojení.

## 2.2 Integrovační člen I

Úkol: Zjistěte, jaké jsou rozdíly přechodových charakteristik v zapojení integrovačního členu pomocí bloku *AMPLIFIER* a bloku *PID CONTROLLER* stavebnice RC2000.

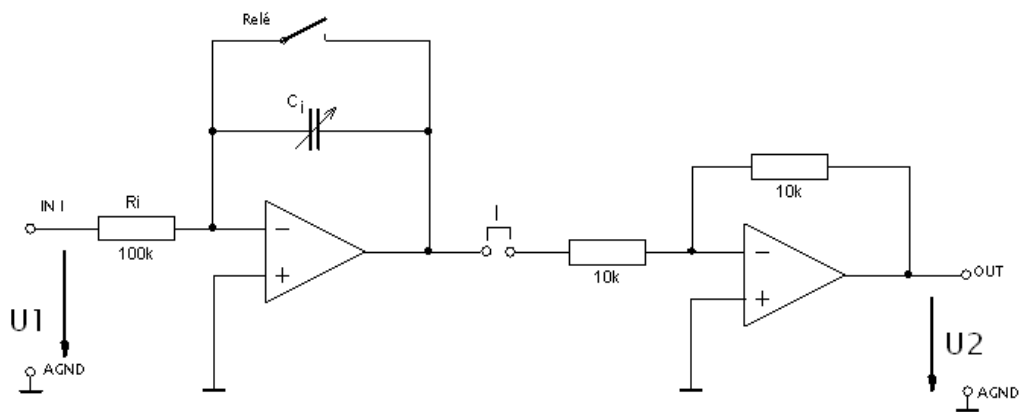


Postup: Zapojili jsme invertující zesilovač na bloku *amplifier* podle obrázku 53. Na zdroji signálu nastavili tvar signálu *square* velikost 5V frekvenci 100Hz a stiskli tlačítko OUTPUT, které potvrdí vaše nastavení a signál vyšle na výstup zdroje. Hroty osciloskopu připojili na vstup a výstup zesilovače. Na osciloskopu zobrazili přechodovou charakteristiku, kterou jsme uložili na přenosné médium k dalšímu použití podle návodu. Výstup z osciloskopu je na obrázku 54.



Obrázek 54 : I člen osciloskop

Za použití modulu *PID CONTROLLER* zapojili integrovační člen, viz obrázky 55 a 56.



Obrázek 55 : I člen schéma PID controller

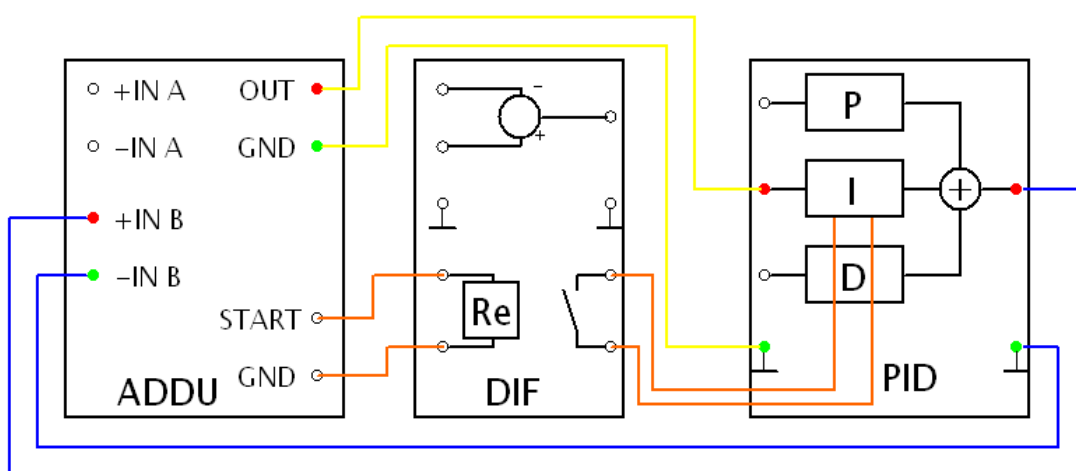
Spustili jsme program rc2000 – Oscilloskope+Gen.

Vybrali vstupní skokovou funkci 2,5V v panelu **output** otevřeli soubor *skok1.aio* potvrdili kliknutím na tlačítko **open**.

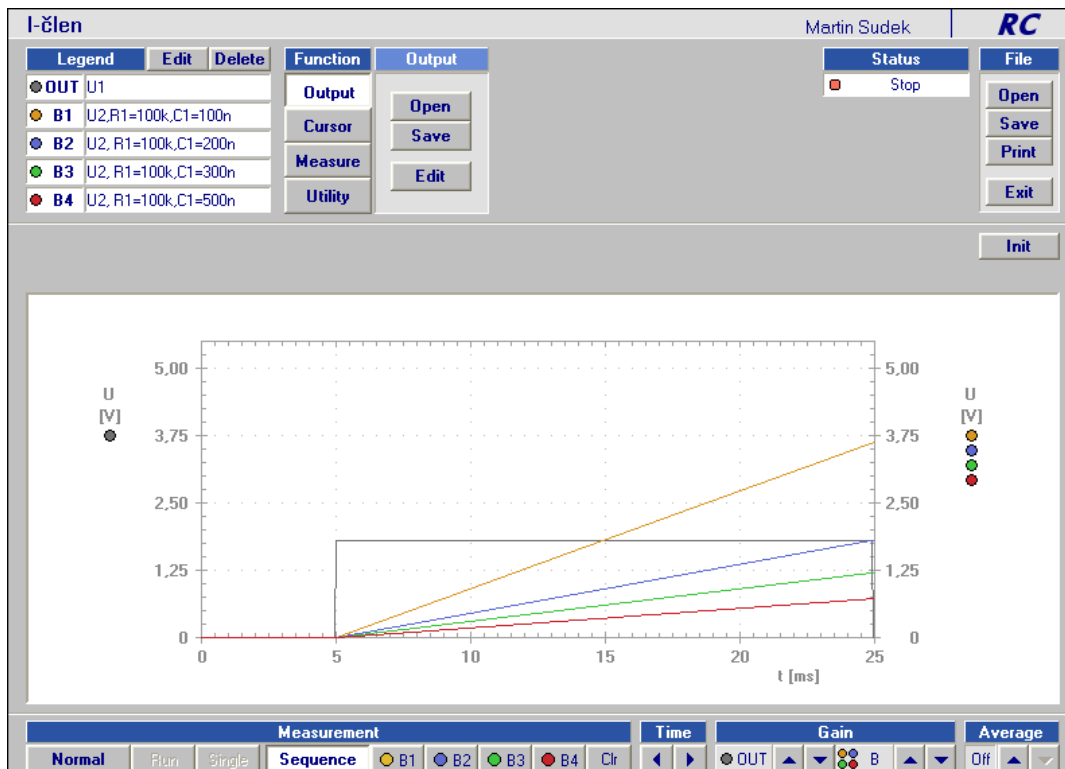
Měření jsme provedli pro následující hodnoty kondenzátorů, viz tabulka 24

Tabulka 24 : Hodnoty kapacit kondenzátorů I-člen

| Měření | $C_i$ [nF] |
|--------|------------|
| 1      | 100        |
| 2      | 200        |
| 3      | 300        |
| 4      | 500        |



Obrázek 56 : Zapojení měřícího obvodu I-člen

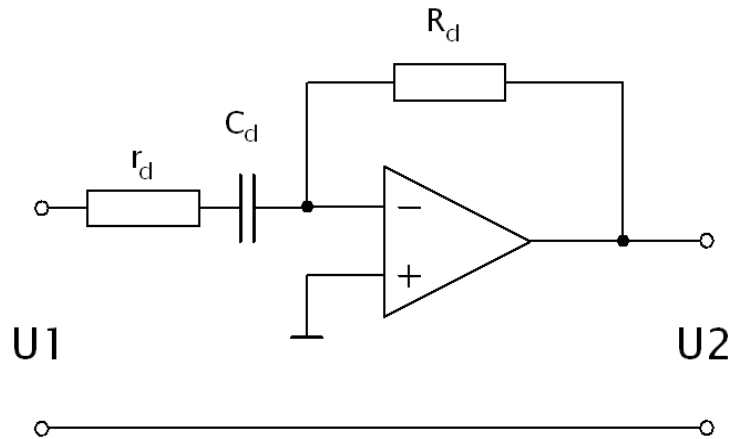


Obrázek 57 : I-člen RC didactic

**Závěr:** Jak můžeme vidět z průběhů zobrazených na obrázcích 49 a 57. Na obou se jedná o stejný tvar průběhu, což potvrzuje tvrzení o shodnosti obou zapojení.

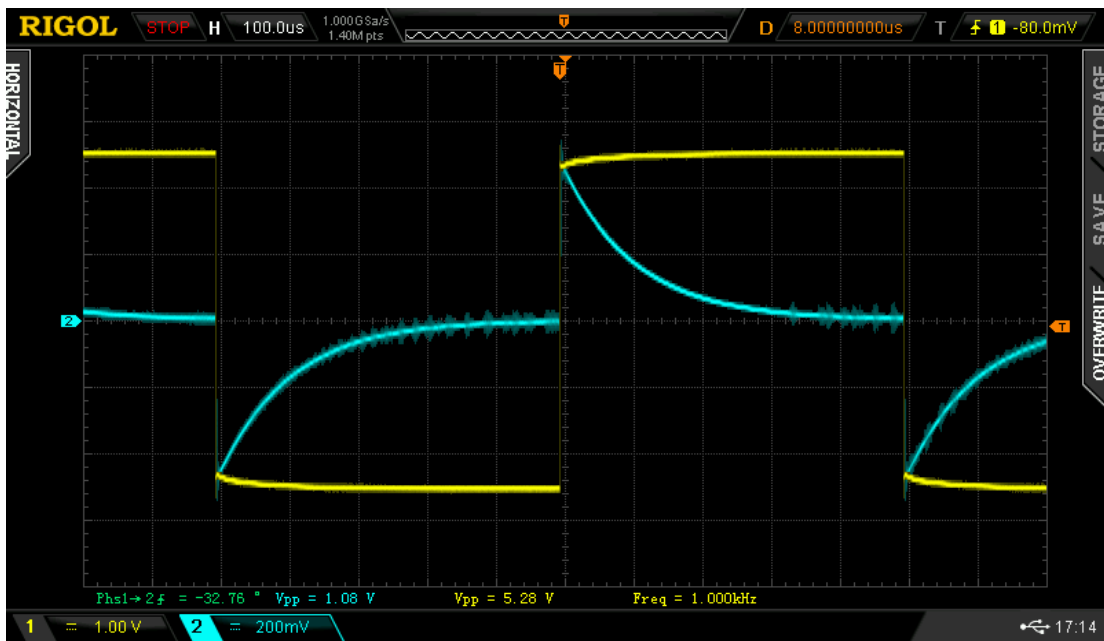
## 2.3 Derivační člen D-T1

Úkol: Zjistěte, jaké jsou rozdíly přechodových charakteristik v zapojení derivačního členu pomocí bloku *AMPLIFIER* a bloku *PID CONTROLLER* stavebnice RC2000



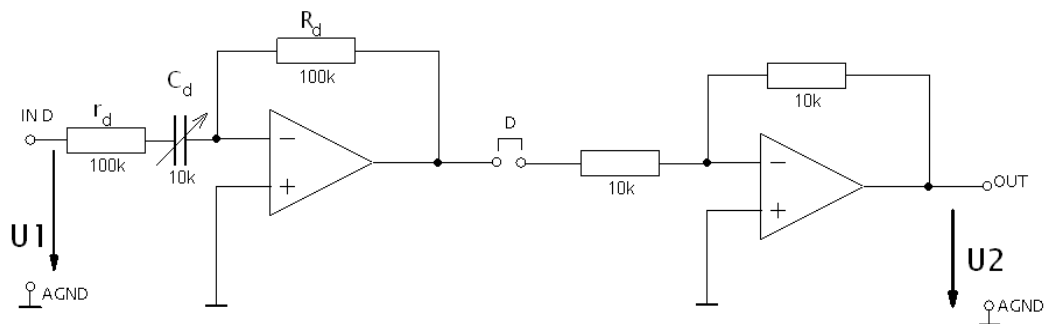
Obrázek 58 : Schéma zapojení D-T1

Postup: Zapojili jsme invertující zesilovač na bloku *amplifier* podle obrázku 58. Na zdroji signálu nastavili tvar signálu *square* velikost 5V frekvenci 100Hz a stiskli tlačítko OUTPUT, které potvrdí vaše nastavení a signál vyšle na výstup zdroje. Hroty osciloskopu připojili na vstup a výstup zesilovače. Na osciloskopu zobrazili přechodovou charakteristiku, kterou jsme uložili na přenosné médium k dalšímu použití podle návodu. Výstup z osciloskopu je na obrázku 59.



Obrázek 59 : D-T1 osciloskop

Za použití modulu *PID CONTROLLER* zapojili derivační člen, viz obrázky 60 a 61.



Obrázek 60 : D-T1 člen schéma PID controller

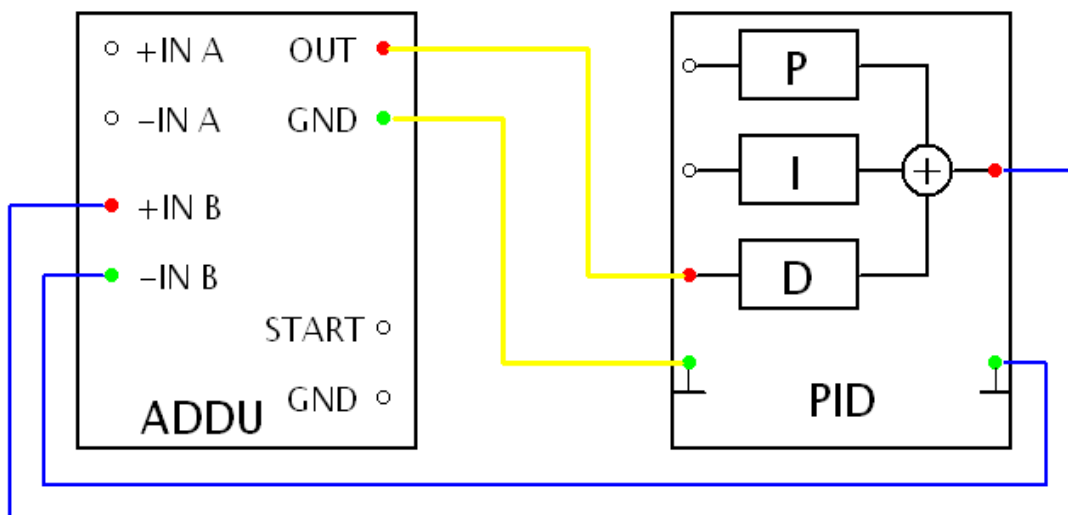
Spustili jsme program rc2000 – Oscilloskope+Gen.

Vybrali vstupní skokovou funkci 2,5V v panelu **output** otevřeli soubor *skok1.aio* potvrdili kliknutím na tlačítko **open**.

Měření proved'te pro následující hodnoty kondenzátorů, viz tabulka 25

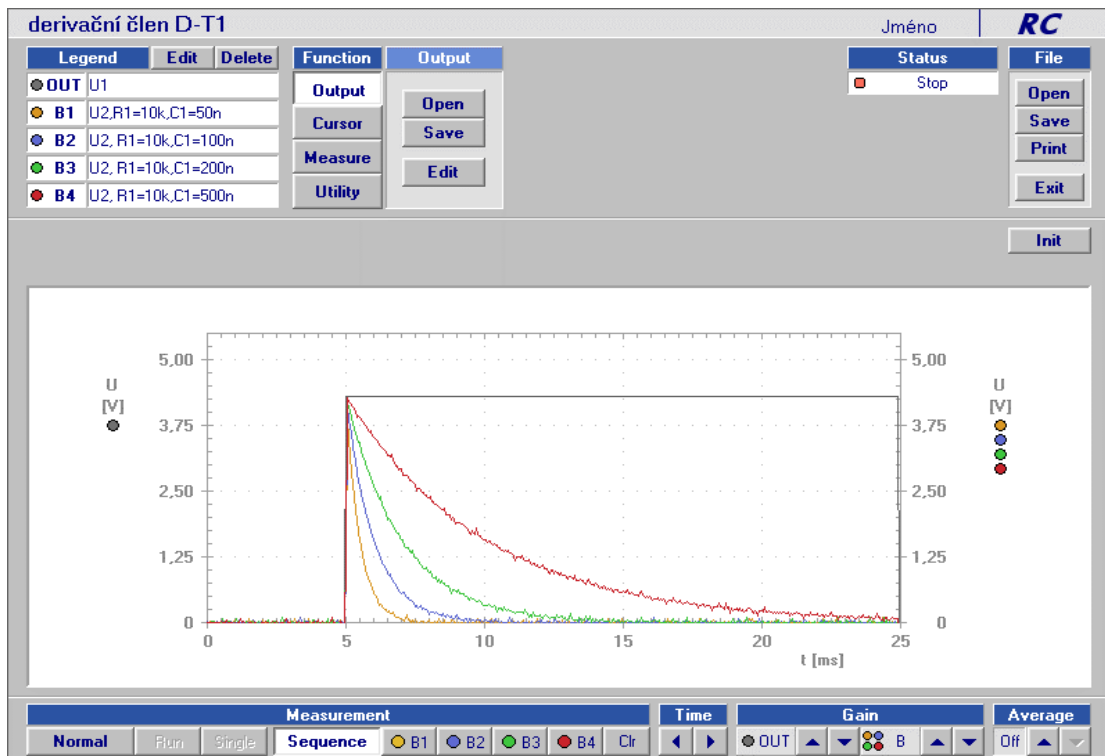
Tabulka 25 : : Hodnoty kapacit kondenzátorů D-T1 člen

| Měření | $C_d$ [nF] |
|--------|------------|
| 1      | 50         |
| 2      | 100        |
| 3      | 200        |
| 4      | 500        |



Obrázek 61 : Zapojení měřicího obvodu D-T1



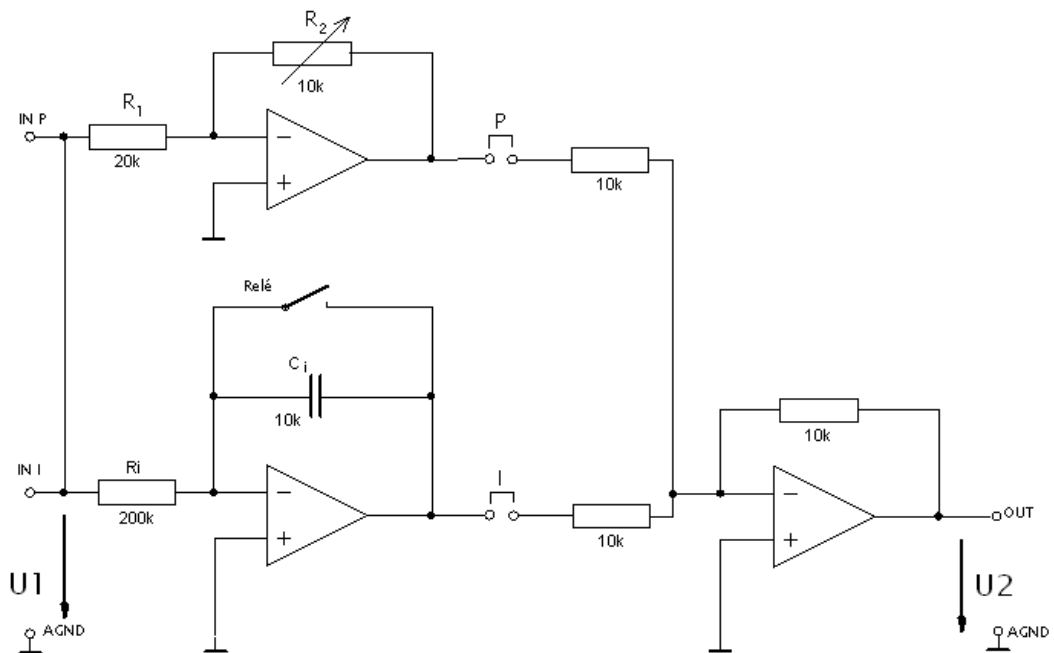


Obrázek 62 : D-T1 RC didactic

**Závěr:** Jak můžeme vidět z průběhů zobrazených na obrázcích 59 a 62. Na obou se jedná o stejný tvar průběhu, což potvrzuje tvrzení o shodnosti obou zapojení.

## 2.4 PI člen

Zapojte PI člen a zobrazte jeho přechodové charakteristiky pro různá nastavení.



Obrázek 63 : PI člen PID controller

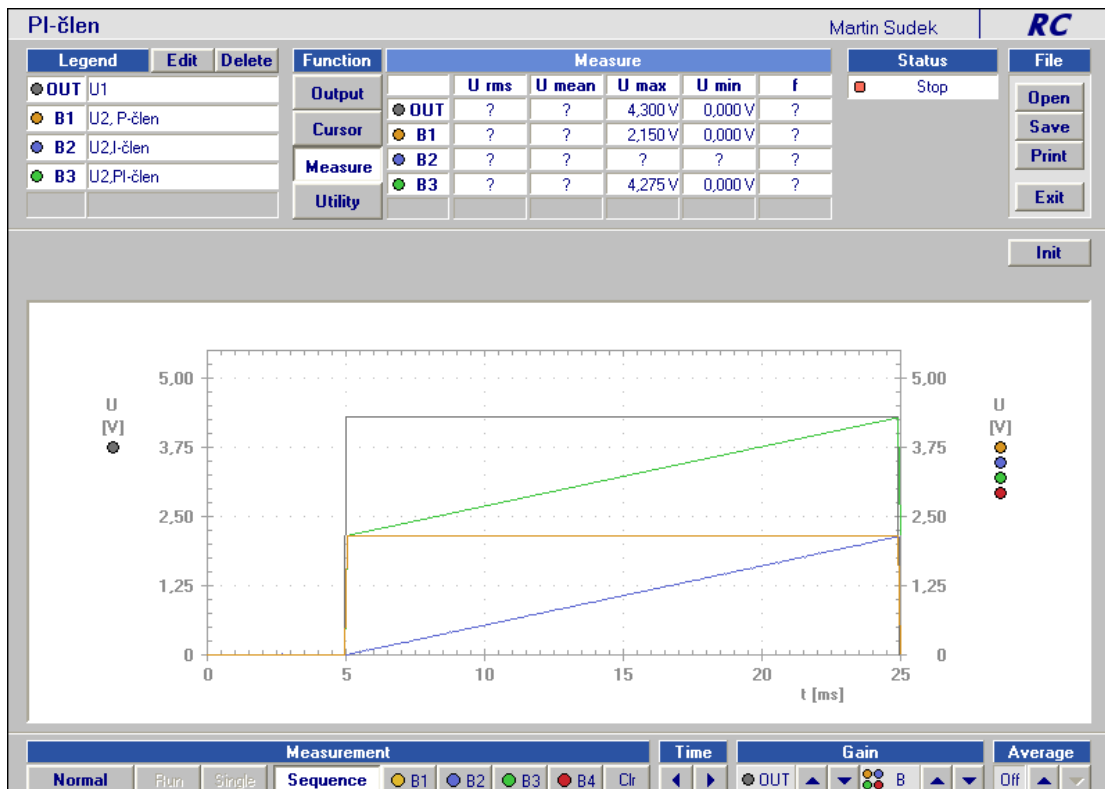
Spustili jsme program rc2000 – Oscilloskope+Gen.

Vybrali vstupní skokovou funkci 2,5V v panelu **output** otevřeli soubor *skok1.ao* potvrdili kliknutím na tlačítko **open**.

Tabulka 26 : PI člen měření

| Měření | $C_d$ [nF]           |
|--------|----------------------|
| 1      | Zapojen pouze P člen |
| 2      | Zapojen pouze I člen |
| 3      | Zapojen PI člen      |

Po zapojení obvodu podle schématu na obrázku 63 jsme zvolili hodnoty prvního měření, podle prvního řádku tabulky 26. Po zaznamenání průběhu a změně nastavení jsme pokračovali v měření v dalších nastavení obvodu.

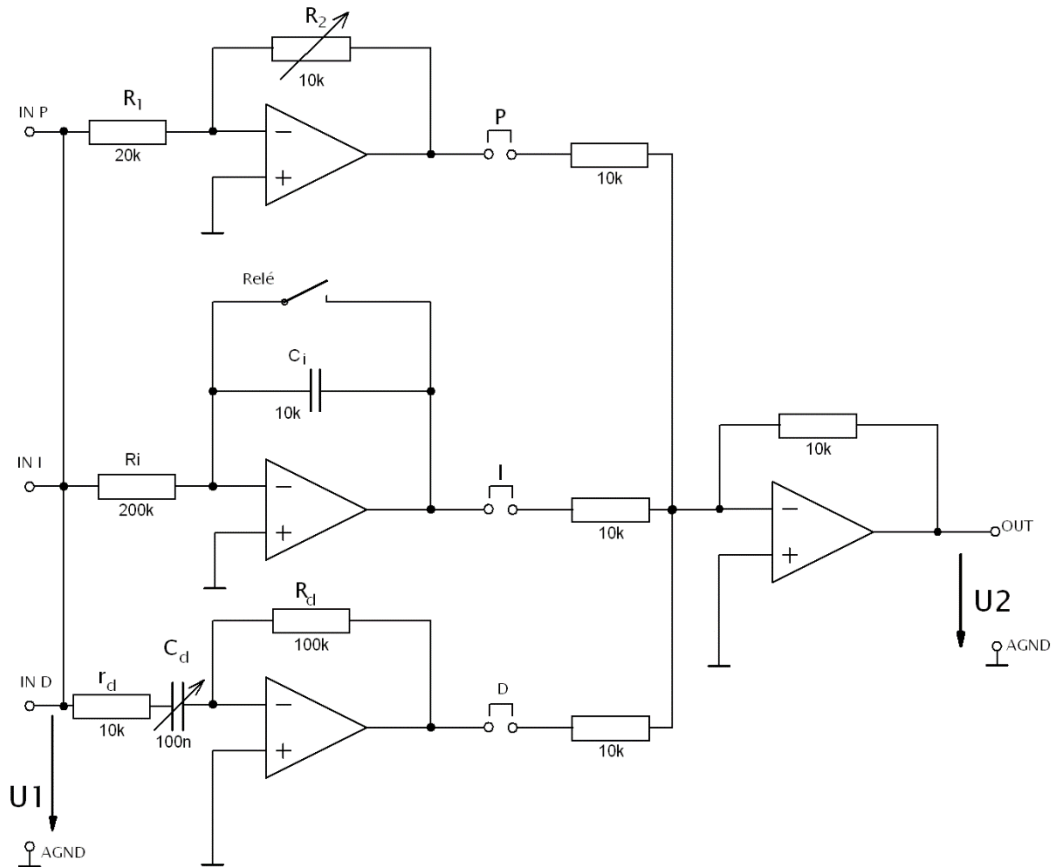


Obrázek 64 : PI člen RC didactic

**Závěr:** Průběhy na obrázku 64 zobrazují žlutou barvou zapojení pouze P-členu, modře I-členu a zeleně jejich kombinaci. Výsledek odpovídá přechodovým charakteristikám jednotlivých prvků systému

## 2.5 PID-T1 člen

**Úkol:** Zapojte podle schématu na obrázku 65 a blokovém schématu na obrázku 66. Provedte postupně všechna měření z tabulky 27. Naměřené charakteristiky vyhodnoťte na rychlost reakce na změnu a vhodnost použití při regulaci jakých soustav.

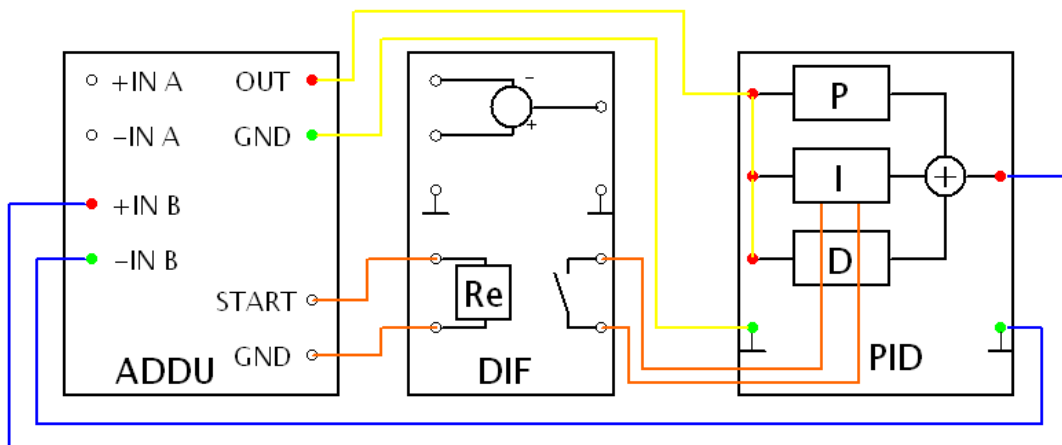


Obrázek 65 : PID-T1

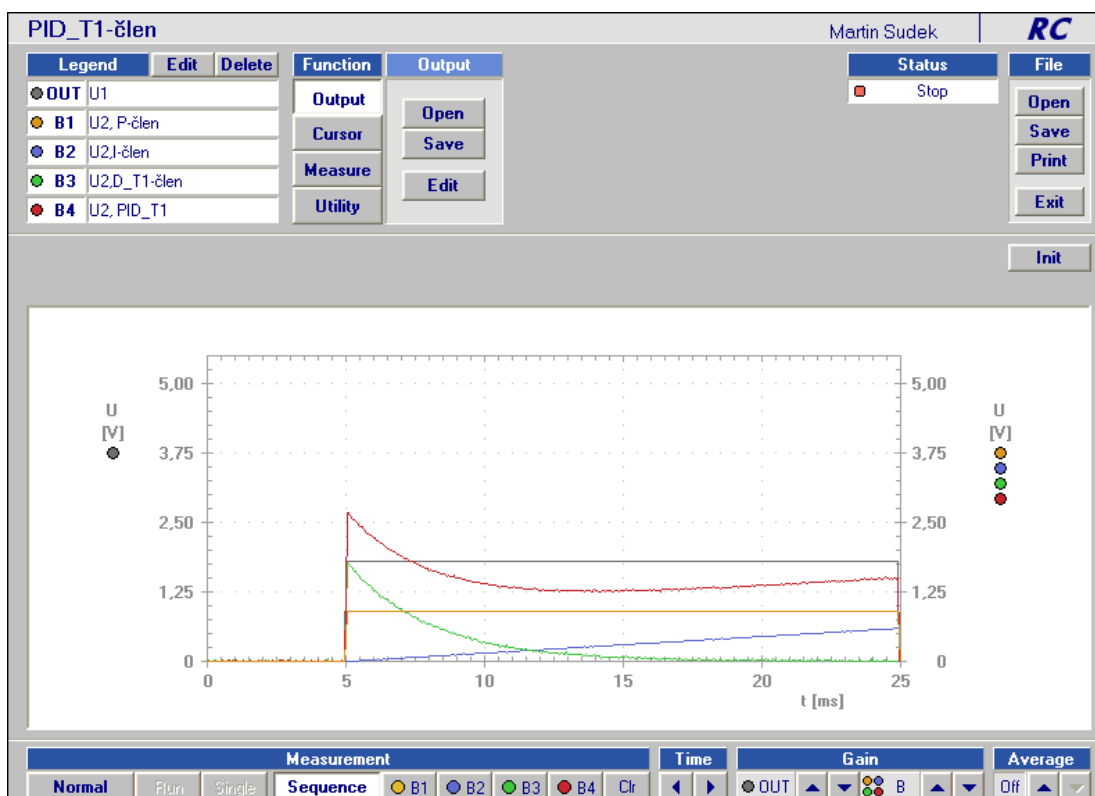
**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu. Spustili program rc 2000 a započali první měření podle tabulky 27. Postupně jsme zaznamenali všechna měření.

Tabulka 27 : PID-T1 jak nastavit měření

| Měření | $C_d$ [nF]              |
|--------|-------------------------|
| 1      | Zapojen pouze P člen    |
| 2      | Zapojen pouze I člen    |
| 3      | Zapojen pouze D-T1 člen |
| 4      | Zapojeny PID-T1         |



Obrázek 66 : PID-T1 měřící obvod



Obrázek 67 : PID-T1 RC didactic

**Závěr:** Při tomto měření jsme, při stejném nastavení systému, postupně zaznamenali průběhy P, I, D-T1 a PID-T1. Tato úloha poukazuje na rozdíly funkce jednotlivých členů.

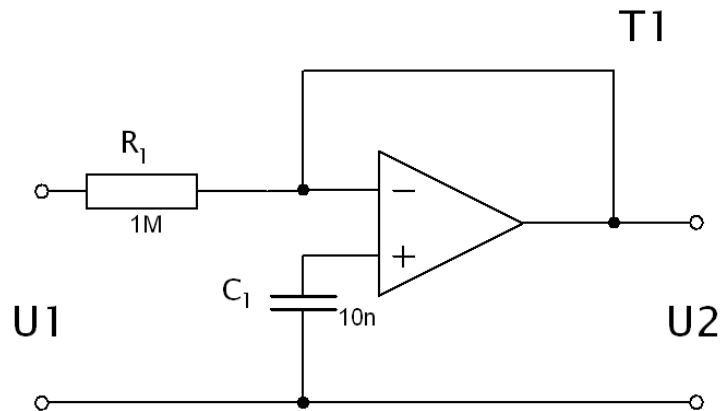
Využití jednotlivých členů:

P méně náročné aplikace, menší změny regulované veličiny

- I výstupní veličina se mění rychlostí úměrnou velikosti regulační odchylky schopnost odstranit trvalou regulační odchylku regulátor typu P
- D-T1 používá se všude tam kde P, je rychlejší
- PID-T1 nejnáročnější aplikace, velké a rychlé změny regulované veličiny

## 2.6 Zpoždovací člen T1

Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 68. Spustili program rc 2000 a



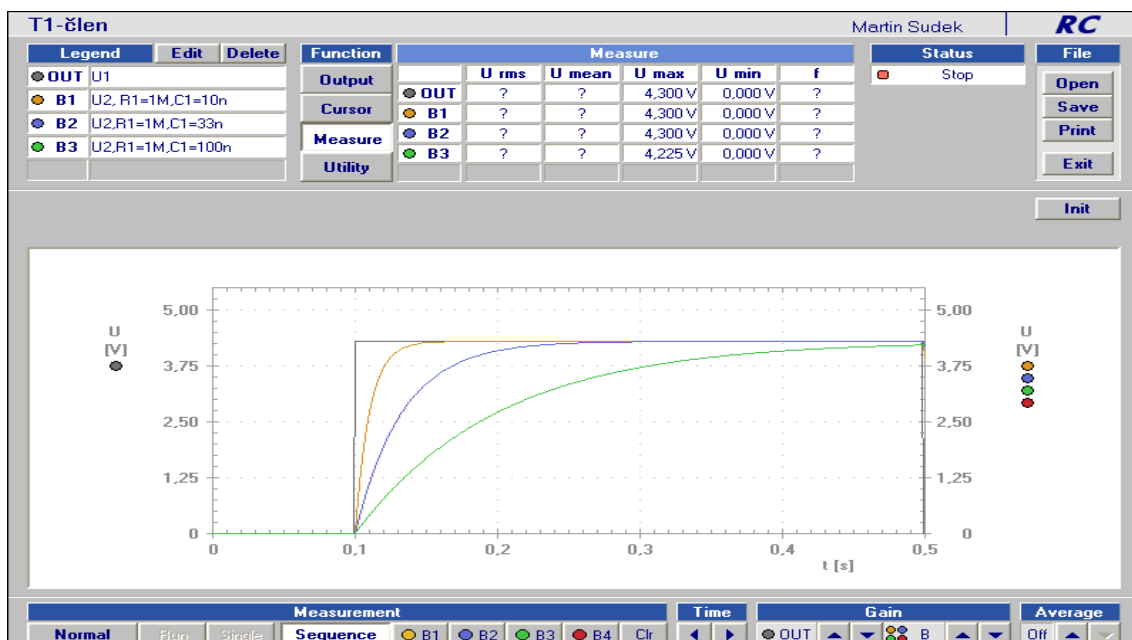
Obrázek 68 : Schéma zapojení T1

postupně zobrazili průběhy všech měření, nastaveno podle tabulky 28 zpoždovacího členu.

Zobrazili průběhy pro hodnoty  $R_1=1\text{M}\Omega$  a  $C_1$  v tabulce.

Tabulka 28 : Nastavení T1

| Měření | $C_1$ [nF] |
|--------|------------|
| 1      | 10         |
| 2      | 33         |
| 3      | 100        |

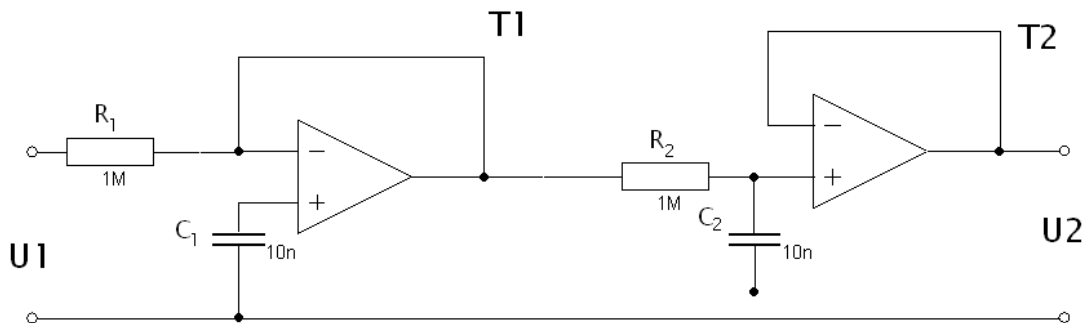


Obrázek 69 : T1 RC didactic

**Závěr:** Na průbězích je názorně zobrazena úměra, mezi velikostí kapacity kondenzátoru a velikostí zpoždění.

## 2.7 Zpožd'ovací člen T2

Zapojili jsme obvod podle obrázku 70 a spustili program rc 2000.

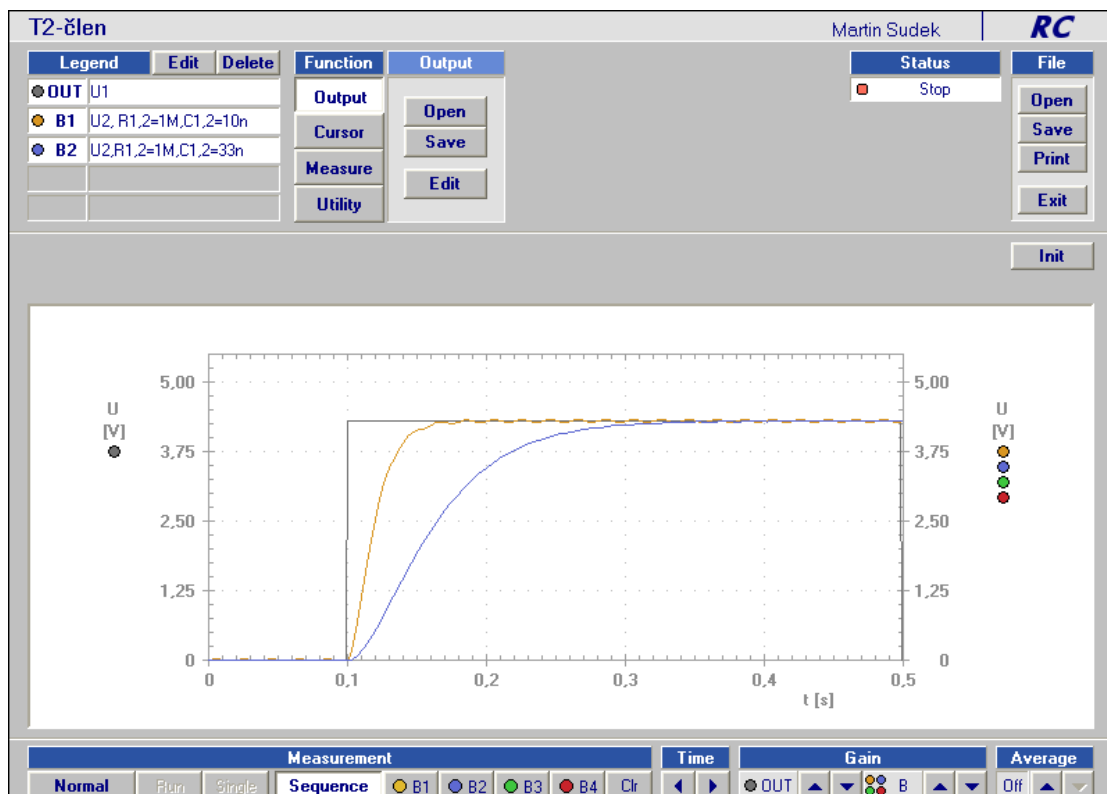


Obrázek 70 : Schéma zapojení zpožd'ovací člen T2

Zobrazili jsme charakteristiky pro nastavení systému popsaného v tabulce 29.

Tabulka 29 : Nastavení měření T2

| R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> [MΩ] | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> [nF] |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                                    | 10                                   |
| 1                                    | 33                                   |



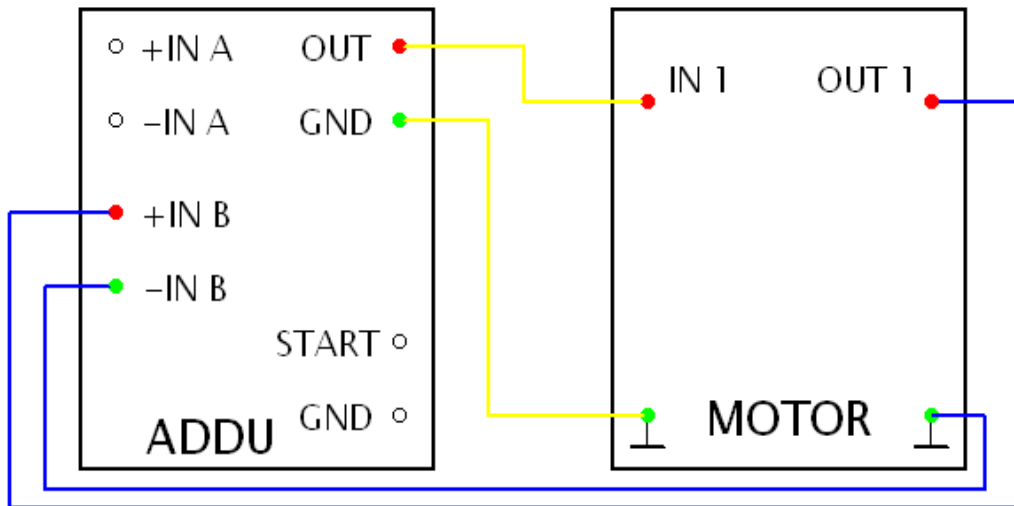
Obrázek 71 : T2 RC didactic

**Závěr:** Při nastavení větších kapacit kondenzátorů, se začíná charakteristika tvarovat do písmene S. Doba náběhu a doba průtahu.



## 2.8 Identifikace soustavy Motor-Generátor

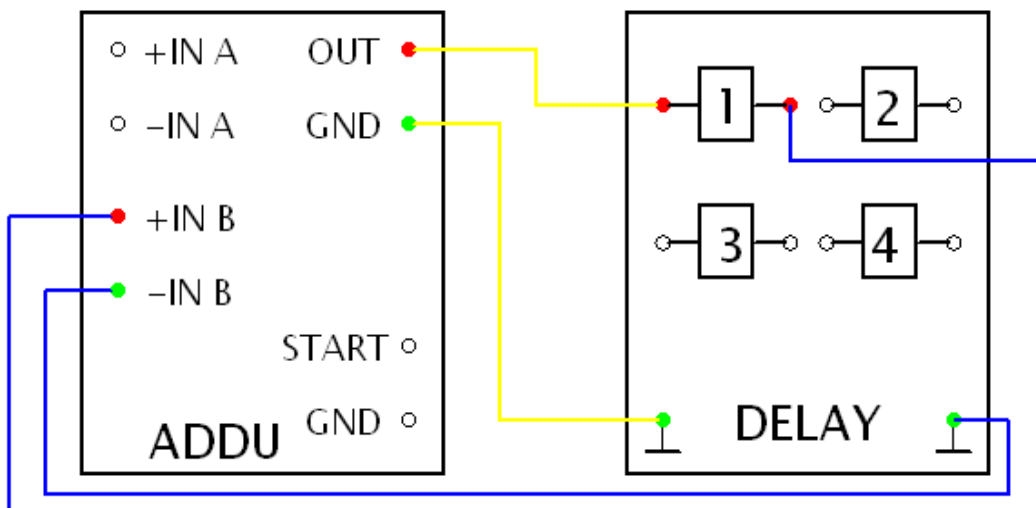
Identifikace regulační soustavy se provádí porovnáním soustavy se zpožďovacím členem. Cílem je najít co nejlepší shodu v přechodových charakteristikách. Potom lze předpokládat, že obě soustavy se budou chovat obdobně i v regulačním obvodu.



Obrázek 72 : Měřící obvod identifikace soustavy motor-generátor

Pro vstupní skokovou funkci (5,0V) v panelu **output** otevřete soubor *skok2.ai* pomocí tlačítka **Open**.

Nastavení zpožďovacího členu T1 ( $R_1=1M$ ,  $C_1=C$  DEC)



Obrázek 73 : Měřící obvod Identifikace soustavy zpožďovací člen

**Postup:** Zapojili jsme obvod podle obrázku 72 a zaznamenali charakteristiku pro soustavu motor-generátor. Přepojili obvod podle schématu 73, nastavili hodnotu kapacity kondenzátoru  $C_1$  na 40nF a v tomto okolí hledali nejpřesnější hodnotu. Tato hodnota je při optimálním překrytí obou průběhů.



Obrázek 74 : Identifikace soustavy RC didactic

**Závěr:** V našem případě došlo k nejlepšímu překrytí obou průběhů při výsledné hodnotě kapacity kondenzátoru  $C_1$  44nF.

## 2.9 P regulátor

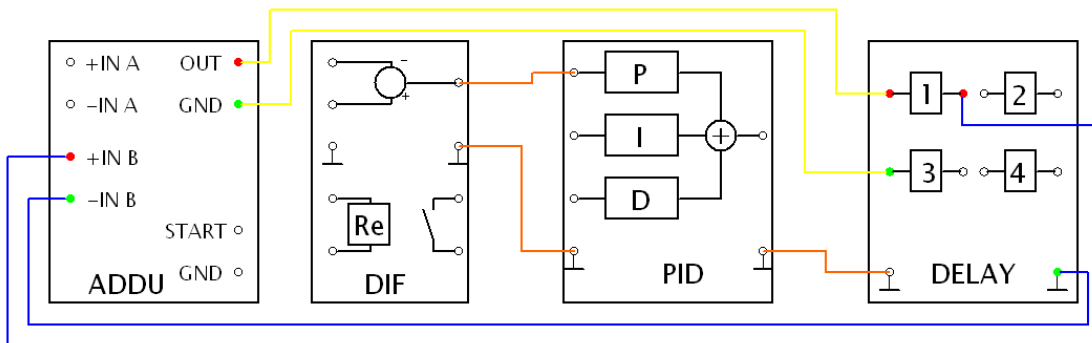
**Úkol:** Porovnejte zapojení zpoždovacího členu s proporcionálním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, DELAY, R DEC, C DEC

Tabulka 30 : Hodnoty P regulátor

| P regulátor     | Soustava T1       |
|-----------------|-------------------|
| $R_1=1M\Omega$  | $R_1=1M\Omega$    |
| $R_2=20k\Omega$ | $C_1\approx 40nF$ |

Velikost  $C_1$  zvolte podle výsledku identifikace soustavy.



Obrázek 75 : Schéma zapojení T1 bez P regulátoru

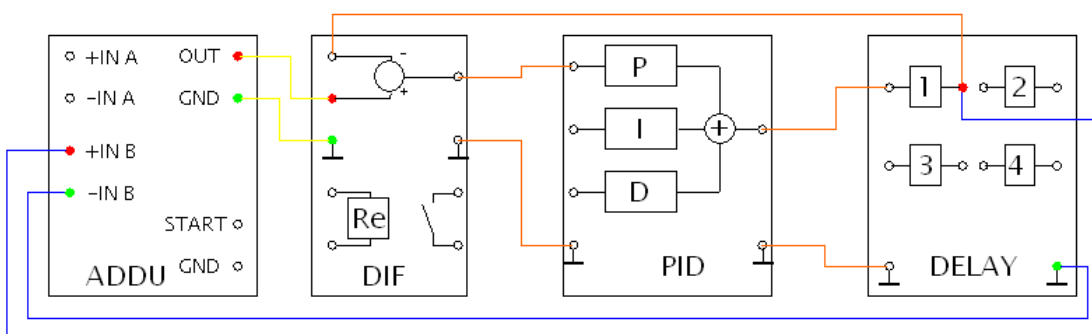
Spustili jsme program rc 2000 – Oscilloskope+Gen.

Pro toto měření jsme vytvořili skokovou funkci (3,75V) V panelu **UOUTPUT** zvolili **EDIT** a vytvořili potřebný skok. **Uložili** jako *skok3.ao*

Vytvořenou funkci načteli pomocí tlačítka **open** v panelu **OUTPUT**.

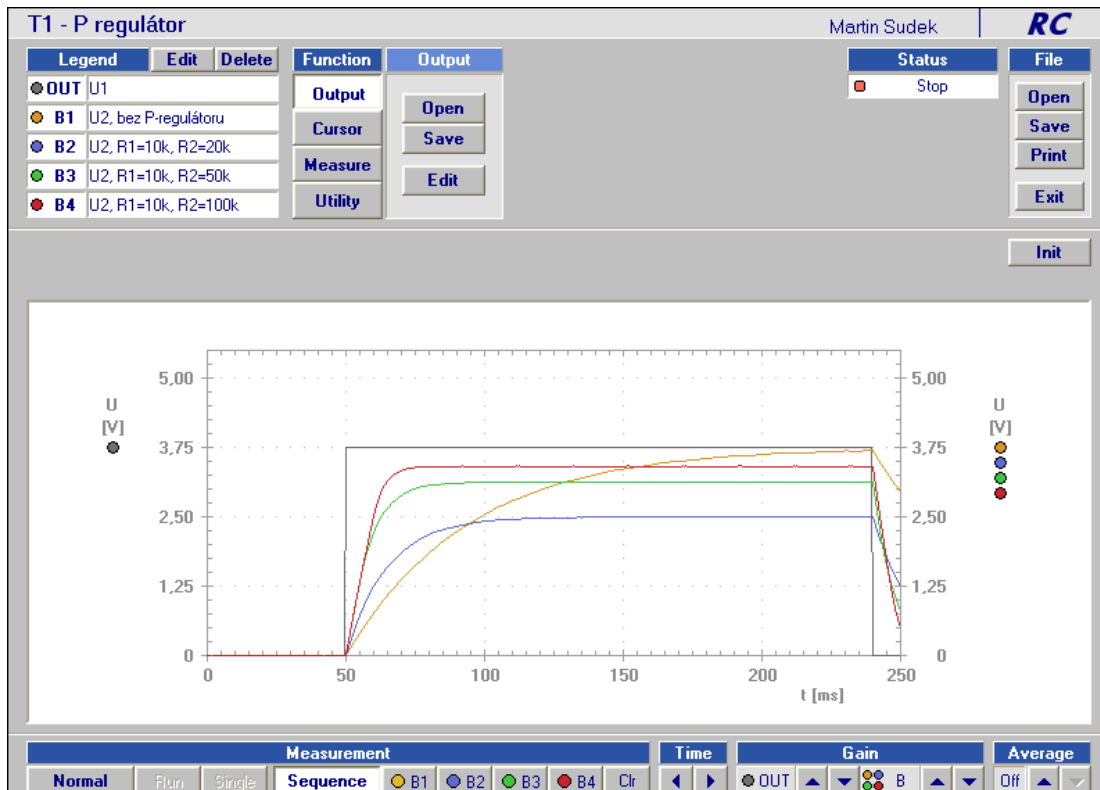
Tabulka 31 : Hodnoty P regulátor

| Měření | Zapojení                    | P regulator                        |
|--------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1      | Zapojen T1 bez P regulátoru |                                    |
| 2      | Zapojen T1 s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=20k\Omega$  |
| 3      | Zapojen T1 s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$  |
| 4      | Zapojen T1 s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=100k\Omega$ |



Obrázek 76 : Měřící obvod T1 s P regulací

Sestrojili jsme obvod podle obrázku 75. Zaznamenali jsme první průběh podle tabulky 31. Přepojili jsme obvod podle obrázku 76 a zaznamenali ostatní měření.



Obrázek 77 : T1-P regulátor RC didactic

**Závěr:** V této úloze jsme si vyzkoušeli tvorbu skokové funkce v programu rc 2000. Program se velice snadno ovládá a je intuitivní. Poměr velikostí odporů v proporcionálním členu má za následek rozdílně rychlé náběhy charakteristik.

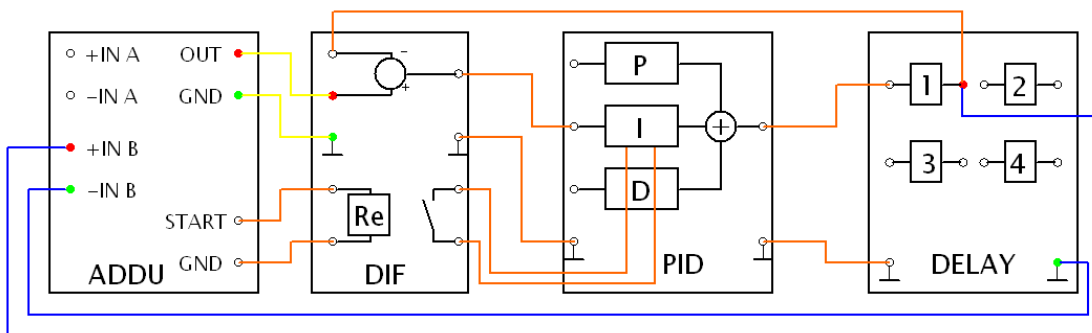
## 2.10 I regulátor

**Úkol:** Porovnejte zapojení zpoždovacího člen s integračním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, DELAY, R DEC, C DEC

Tabulka 32 : I regulátor

| I regulátor            | Soustava T1              |
|------------------------|--------------------------|
| $C_i=100\text{nF}$     | $R_1=1\text{M}\Omega$    |
| $R_i=20\text{k}\Omega$ | $C_1\approx 40\text{nF}$ |



Obrázek 78 : Měřící obvod T1 bez I regulátoru

Velikost  $C_1$  jsme zvolili podle výsledku identifikace soustavy.

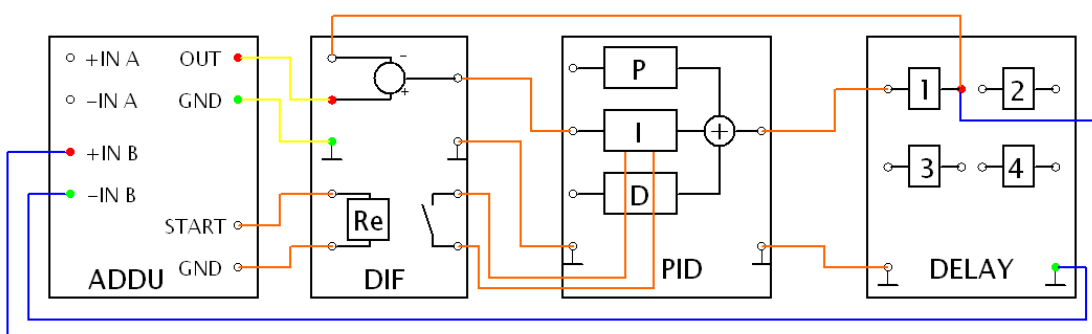
Spustili jsme rc 2000 – Oscilloskope+Gen.

V panelu output jsme našli, naši již dříve vytvořenou skokovou funkci *skok3.aio*.

Postupovali jsme stejně jako v předchozím měření.

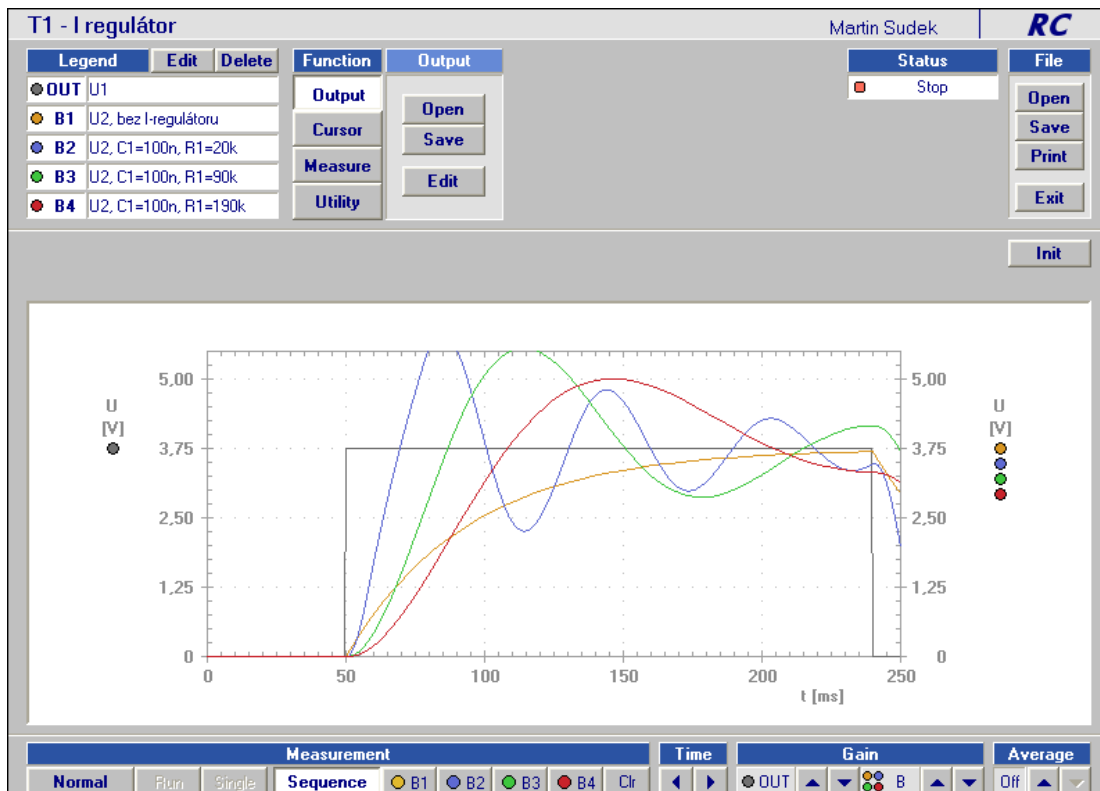
Tabulka 33 : Hodnoty I regulátoru

| Měření | Zapojení                    | I regulator                                  |
|--------|-----------------------------|--|
| 1      | Zapojen T1 bez I regulátoru |  |
| 2      | Zapojen T1 s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=20\text{k}\Omega$  |
| 3      | Zapojen T1 s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=90\text{k}\Omega$  |
| 4      | Zapojen T1 s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=190\text{k}\Omega$ |



Obrázek 79 : Měřící obvod T1 s I regulátorem

Sestrojili jsme obvod podle obrázku 78. Zaznamenali jsme první průběh podle tabulky 33. Přepojili jsme obvod podle obrázku 79 a zaznamenali ostatní měření.



Obrázek 80 : T1-I regulátor RC didactic

**Závěr:** Zapojení bez regulátoru se pomalu blíží k požadované hodnotě. Zapojení s regulátorem, se podle velikosti odporu rezistoru jednou či vícekrát překmitne přes požadovanou hodnotu a postupně se ustálí.

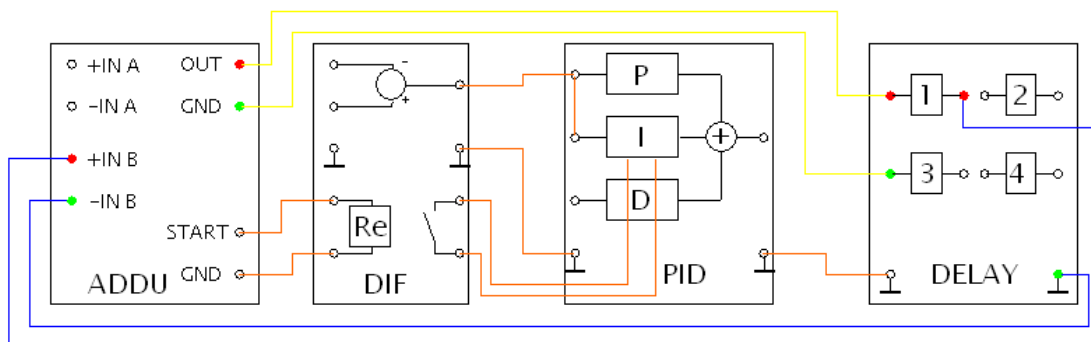
## 2.11 PI regulátor

**Úkol:** Porovnejte zapojení zpožd'ovacího člen s proporcionálně-integračním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, DELAY, R DEC, C DEC

Tabulka 34 : Parametry měření PI regulátor

| P regulátor     | I regulátor             | Soustava T1       |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| $R_1=10k\Omega$ | $C_i=100nF$             | $R_1=1M\Omega$    |
| $R_2=50k\Omega$ | $R_i=90k\Omega$ (R DEC) | $C_1\approx 40nF$ |



Obrázek 81 : Měřící obvod T1 bez PI regulátoru

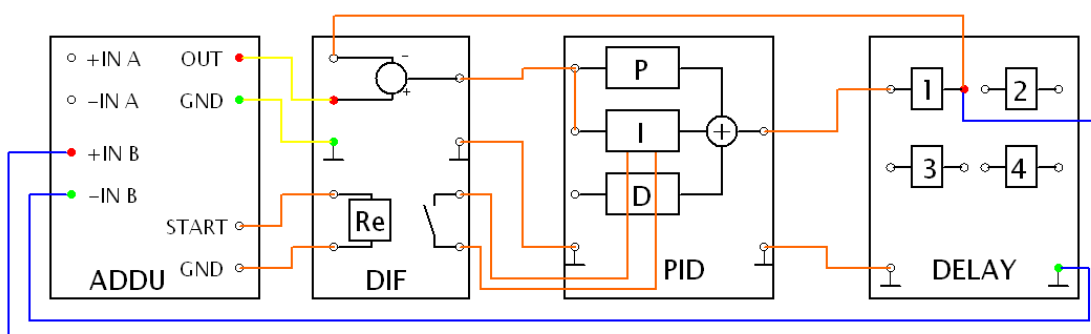
**Postup:** Velikost  $C_1$  zvolte podle výsledku identifikace soustavy.

Zapojili jsme měřící obvod podle obrázku 81 v nastavení podle tabulky 34 a zaznamenali průběh v programu rc 2000.

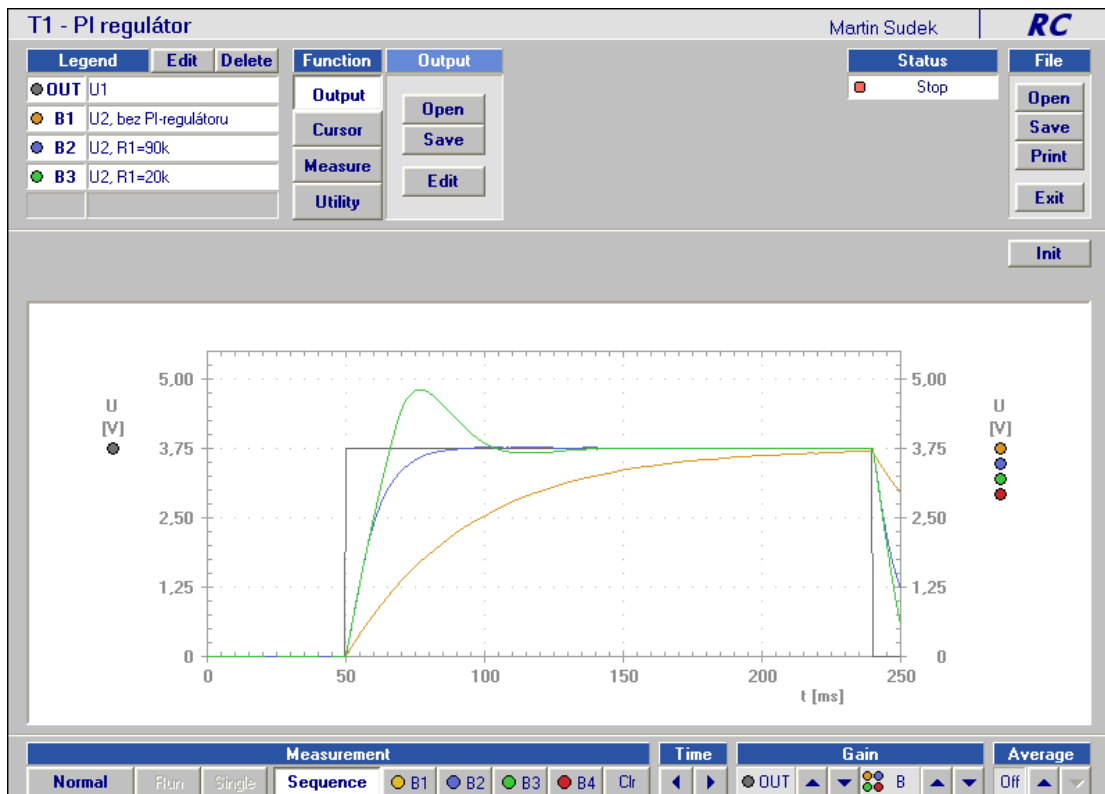
Tabulka 35 : Hodnoty měření PI regulátor

| Zapojení                     | P regulátor                       | I regulátor                   |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Zapojen T1 bez PI regulátoru |                                   |                               |
| Zapojen T1 s PI regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=90k\Omega$ |
| Zapojen T1 s PI regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=20k\Omega$ |

Přepojili jsme měřící obvod podle obrázku 82 a v nastavení podle druhého a posléze třetího řádku tabulky 35 jsme vykonali požadovaná měření.



Obrázek 82 : Měřící obvod T1 s PI regulátorem



Obrázek 83 : T1-PI regulátor RC didactic

**Závěr:** Bez regulace se křivka pomalu přibližuje požadované hodnotě. S regulací průběh B2 dojde k aperiodické regulaci a B3 regulace s překmitem.



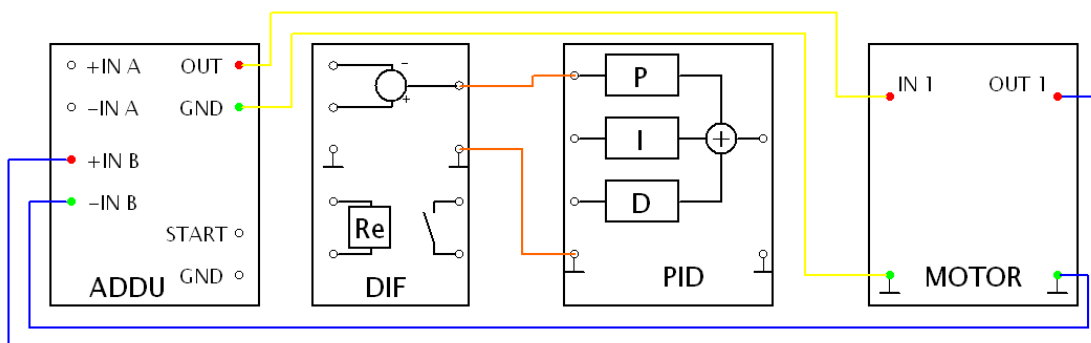
## 2.12 P regulátor soustava motor-generátor

**Úkol:** Porovnejte zapojení soustavy motor-generátor s proporcionálním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, MOTOR, R DEC

Tabulka 36 : Hodnoty P regulátor - motor

| P regulátor             |
|-------------------------|
| $R_1=10k\Omega$         |
| $R_2=20k\Omega$ (R DEC) |

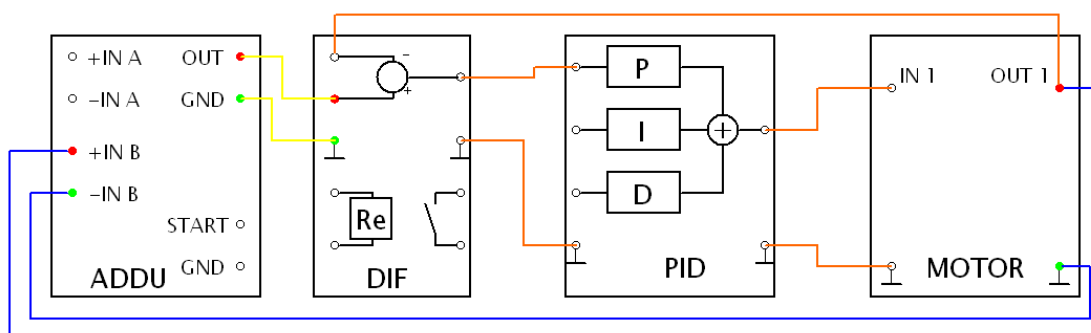


Obrázek 84 : Měřící obvod motor bez P regulátoru

**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 84. Spustili program rc 2000 a v panelu **output** našli vytvořenou skokovou funkci *skok3.ai0*. Zaznamenali jsme první průběh podle první řádky tabulky 37.

Tabulka 37 : Hodnoty P regulátoru a jeho zapojení

| Zapojení                         | P regulátor                        |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Motor-Generátor bez P regulátoru |                                    |
| Motor-Generátor s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=20k\Omega$  |
| Motor-Generátor s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$  |
| Motor-Generátor s P regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=100k\Omega$ |



Obrázek 85 : Měřící obvod MOTOR s P regulátorem

Přepojili jsme zapojení podle obrázku 85 a pokračovali dále podle tabulky 37. Průběhy jsou zaznamenány na obrázku 86.



Obrázek 86 : P motor-generátor RC didactic

**Závěr:** Zapojení bez regulátoru se pomalu přibližuje požadované hodnotě. Zapojení s regulací se podle poměru velikostí odporu rezistorů, buď rychleji, nebo pomaleji ustálí na hodnotě o trochu nižší nežli je hodnota požadovaná.

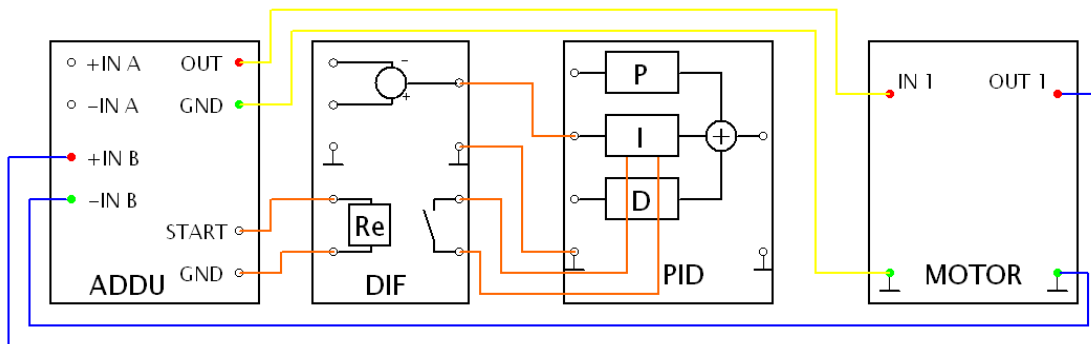
## 2.13 I regulátor soustava motor-generátor

**Úkol:** Porovnejte zapojení soustavy motor-generátor s integračním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, MOTOR, R DEC

Tabulka 38 : Hodnoty I regulátor - motor

| I regulátor                    |
|--------------------------------|
| $C_i=100\text{nF}$             |
| $R_i=20\text{k}\Omega$ (R DEC) |

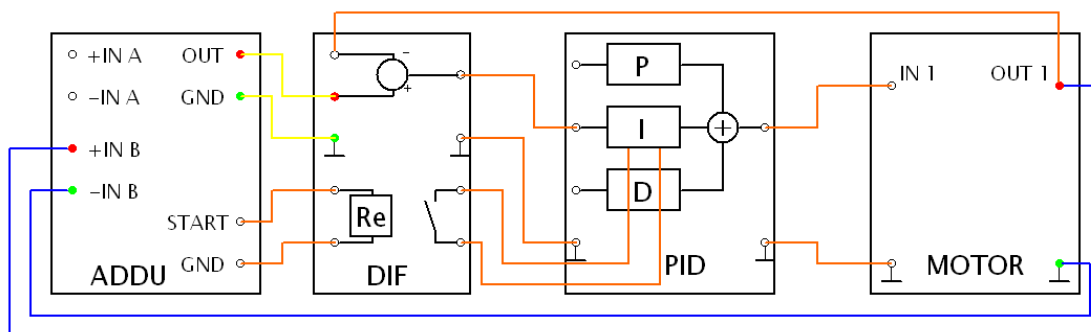


Obrázek 87 : Měřící obvod motor-generator bez I regulátoru

**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 87. Spustili program rc 2000 a v panelu **output** našli vytvořenou skokovou funkci *skok3.ai0*. Zaznamenali jsme první průběh podle první řádky tabulky 39.

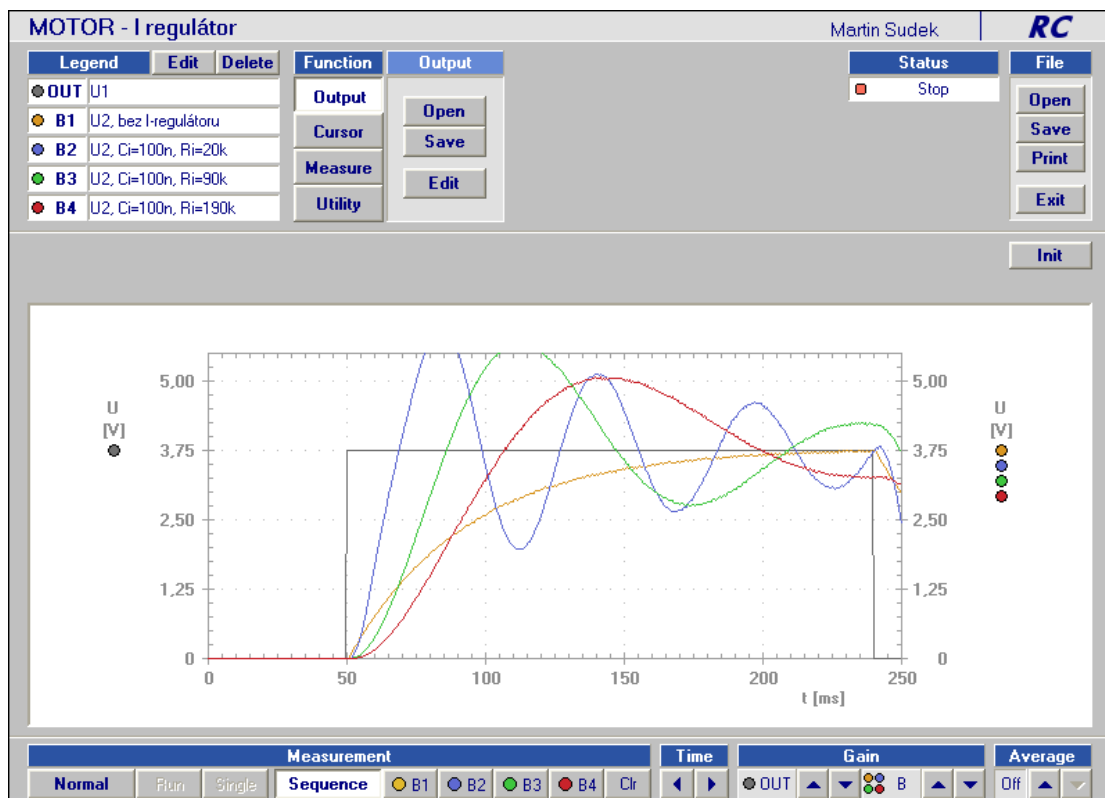
Tabulka 39 : Hodnoty I regulátoru a jeho zapojení

| Zapojení                         | I regulator                                  |
|----------------------------------|--|
| Motor-Generátor bez I regulátoru |  |
| Motor-Generátor s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=20\text{k}\Omega$  |
| Motor-Generátor s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=90\text{k}\Omega$  |
| Motor-Generátor s I regulátorem  | $C_i=100\text{nF}$ , $R_i=190\text{k}\Omega$ |



Obrázek 88 : Měřící obvod motor generátor s I regulátorem

Přepojili jsme zapojení podle obrázku 88 a pokračovali dále podle tabulky 39. Průběhy jsou zaznamenány na obrázku 89.



Obrázek 89 : I motor-generátor RC didactic

**Závěr:** Zapojení bez regulátoru se pomalu blíží k požadované hodnotě. Zapojení s regulátorem, se podle velikosti odporu rezistoru jednou či vícekrát překmitne přes požadovanou hodnotu a postupně se ustálí.

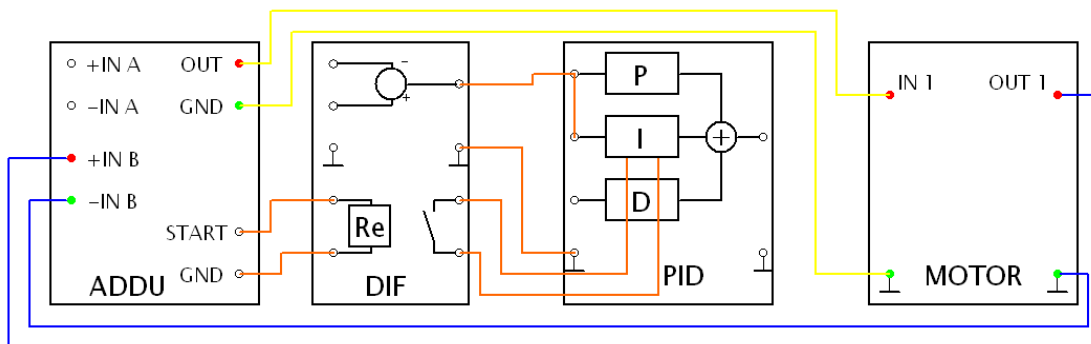
## 2.14 PI regulátor soustava motor-generátor

**Úkol:** Porovnejte zapojení soustavy motor-generátor s proporcionálně-integračním regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, MOTOR, R DEC

Tabulka 40: Hodnoty PI regulátor - motor

| P regulátor     | I regulátor             |
|-----------------|-------------------------|
| $R_1=10k\Omega$ | $C_i=100nF$             |
| $R_2=50k\Omega$ | $R_i=90k\Omega$ (R DEC) |

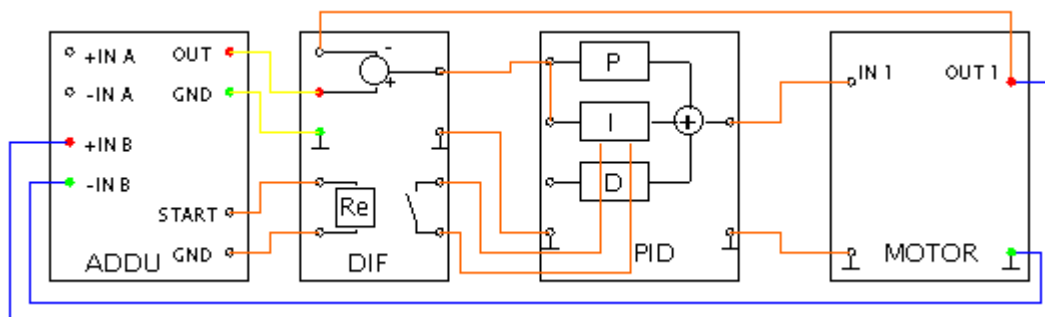


Obrázek 90 : Měřící obvod motor bez PI regulátoru

**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 90. Spustili program rc 2000 a v panelu **output** našli vytvořenou skokovou funkci *skok3.aio*. Zaznamenali jsme první průběh podle první řádky tabulky 41.

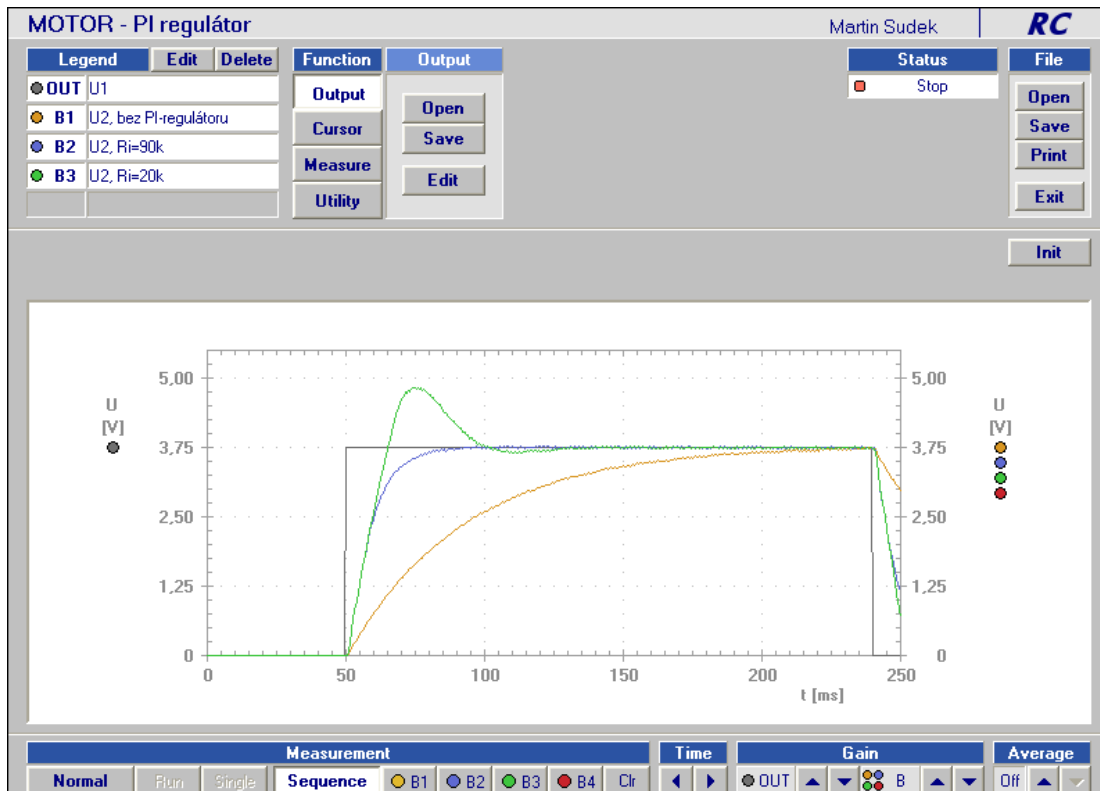
Tabulka 41 : Hodnoty motor-generátor PI regulátor a jeho zapojení

| Zapojení             | P regulator                       | I regulator                   |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| MG bez PI regulátoru |                                   |                               |
| MG s PI regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=90k\Omega$ |
| MG s PI regulátorem  | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=20k\Omega$ |



Obrázek 91 : Měřící obvod motor generátor s PI regulátorem

Přepojili jsme zapojení podle obrázku 91 a pokračovali dále podle tabulky 41. Průběhy jsou zaznamenány na obrázku 92.



Obrázek 92 : PI motor-generátor RC didactic

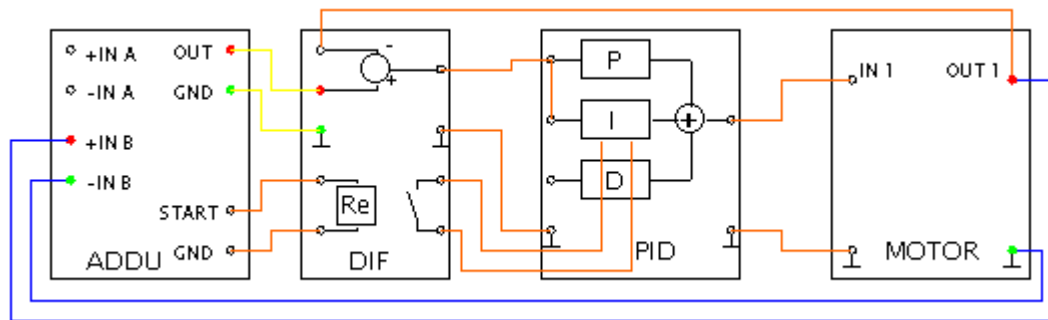
**Závěr:** : Bez regulace se křivka pomalu přibližuje požadované hodnotě. S regulací průběh B2 dojde k aperiodické regulaci a B3 regulace s překmitem.

## 2.15 Porovnání regulace soustavy Motor-Generátor a modelové soustavy členu T1

Pokud jsme dobře identifikovali soustavu motor-generátor, musí být regulace modelové soustavy a regulace identifikované soustavy obdobná.

**Úkol:** Porovnejte zapojení soustavy motor-generátor s PI regulátorem a bez regulátoru.

Připravte si bloky DIF, PID, DELAY, MOTOR, R DEC, C DEC

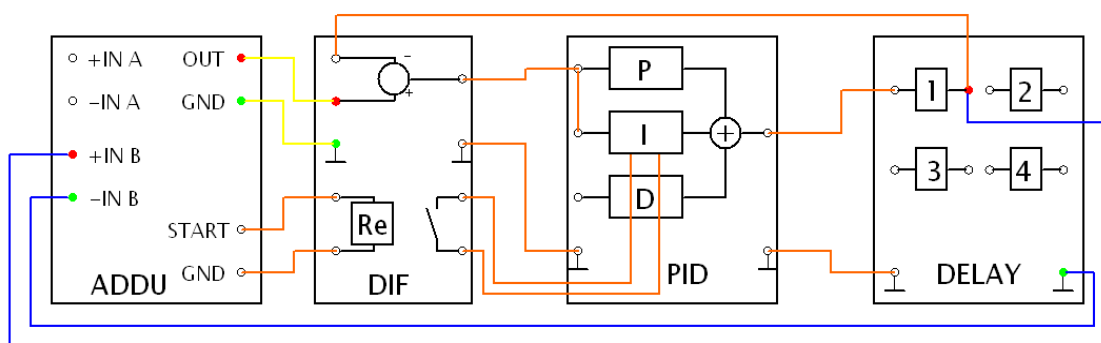


Obrázek 93 : měřící obvod motor s PI regulátorem-porovnání

**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 93. Spustili program rc 2000 a v panelu **output** našli vytvořenou skokovou funkci *skok3.ai0*. Zaznamenali jsme průběh podle první řádky tabulky 42.

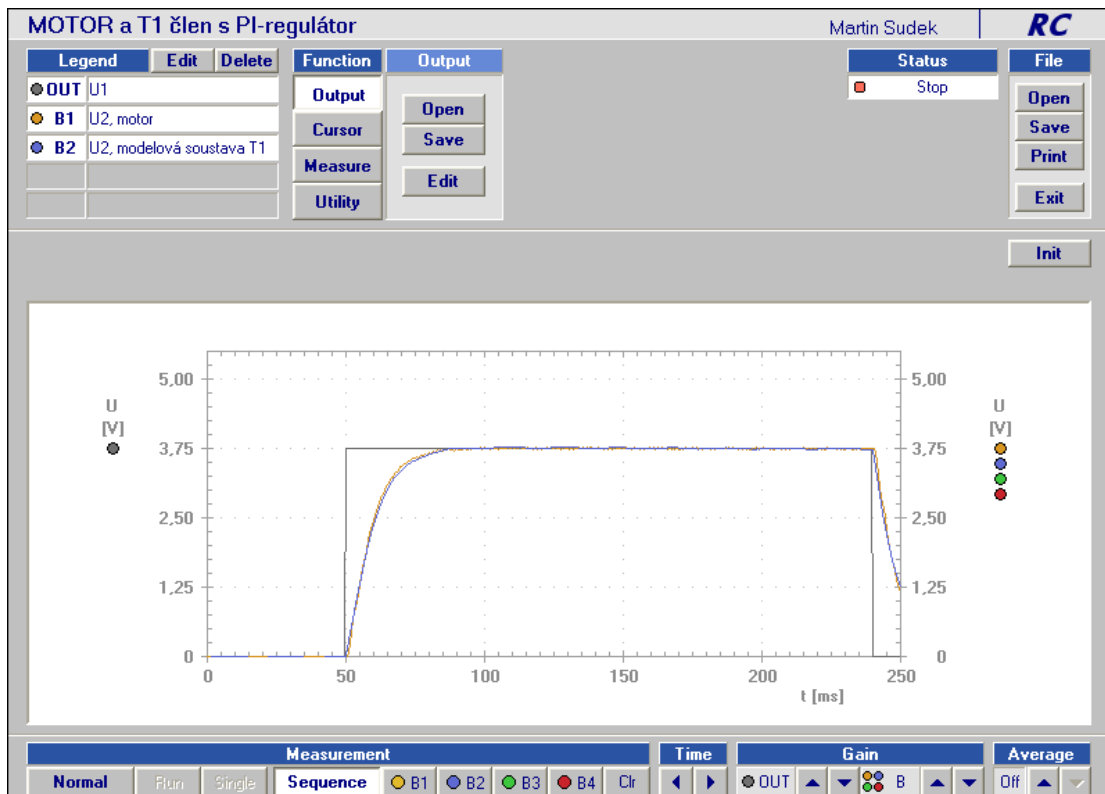
Tabulka 42 : : Porovnání hodnoty motor-generátor PI regulátor a jeho zapojení

| Zapojení            | P regulator                         | I regulator                   |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| MG s PI regulátorem | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$   | $C_i=100nF$ , $R_i=90k\Omega$ |
| T1 s PI regulátorem | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$   | $C_i=100nF$ , $R_i=20k\Omega$ |
| T1                  | $R_1=1M\Omega$ , $C_1=40nF$ (C DEC) |                               |



Obrázek 94 : Měřící obvod T1 s PI regulátorem-porovnání

Přepojili jsme měřící obvod podle obrázku 94 a zaznamenali do programu rc 2000 průběh modelové soustavy T1 s PI regulátorem. Oba průběhy jsou zobrazeny na obrázku 95.



Obrázek 95 : T1 s PI regulátorem RC didactic

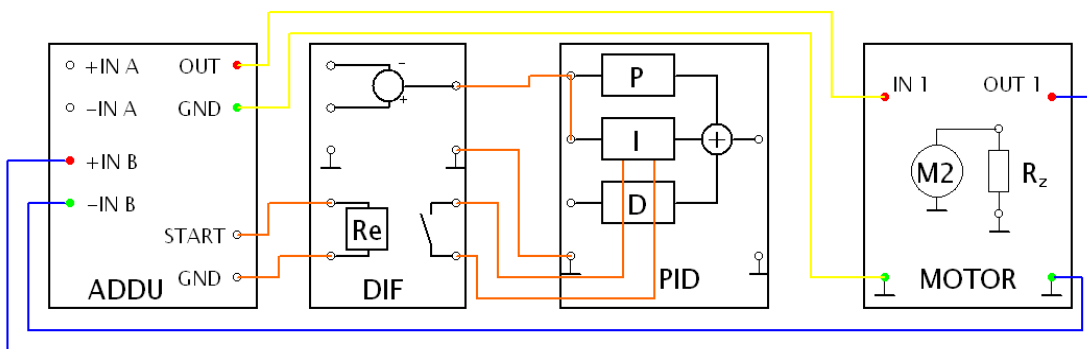
**Závěr:** Na průběhu je vidět shoda modelové soustavy T1 s PI regulátorem se soustavou motor-generátor s PI regulátorem.



## 2.16 Měření 1 - Zatížená soustava Motor-generátor s PI regulátorem

Otáčky motoru bez regulátoru (při konstantním budícím napětí) jsou závislé na zatížení motoru. Úkolem regulátoru je udržet otáčky motoru konstantní při změnách zatížení. Pro soustavu Motor-generátor bez PI regulátoru použijte měřící obvod podle obrázku 96 pro soustavu Motor-generátor a PI regulátorem použijte, viz obrázek 97.

Zátěž soustavy Motor-generátor realizujte zatížením výstupu M2 rezistorem  $R=10\Omega$

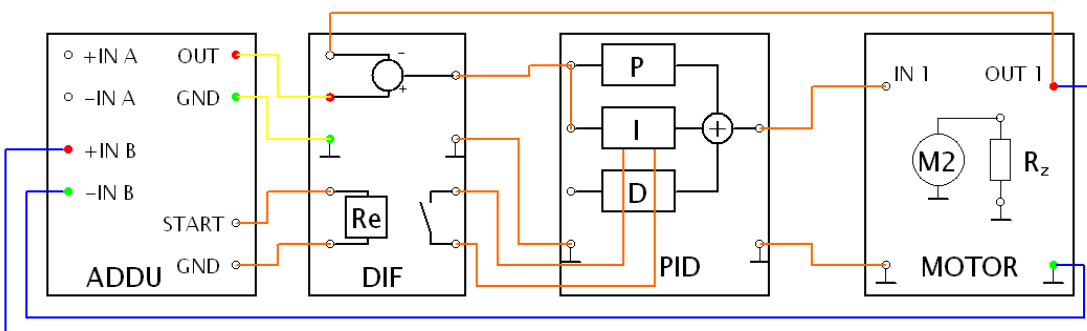


Obrázek 96 : Měřící obvod motor bez PI regulátoru-zatížení

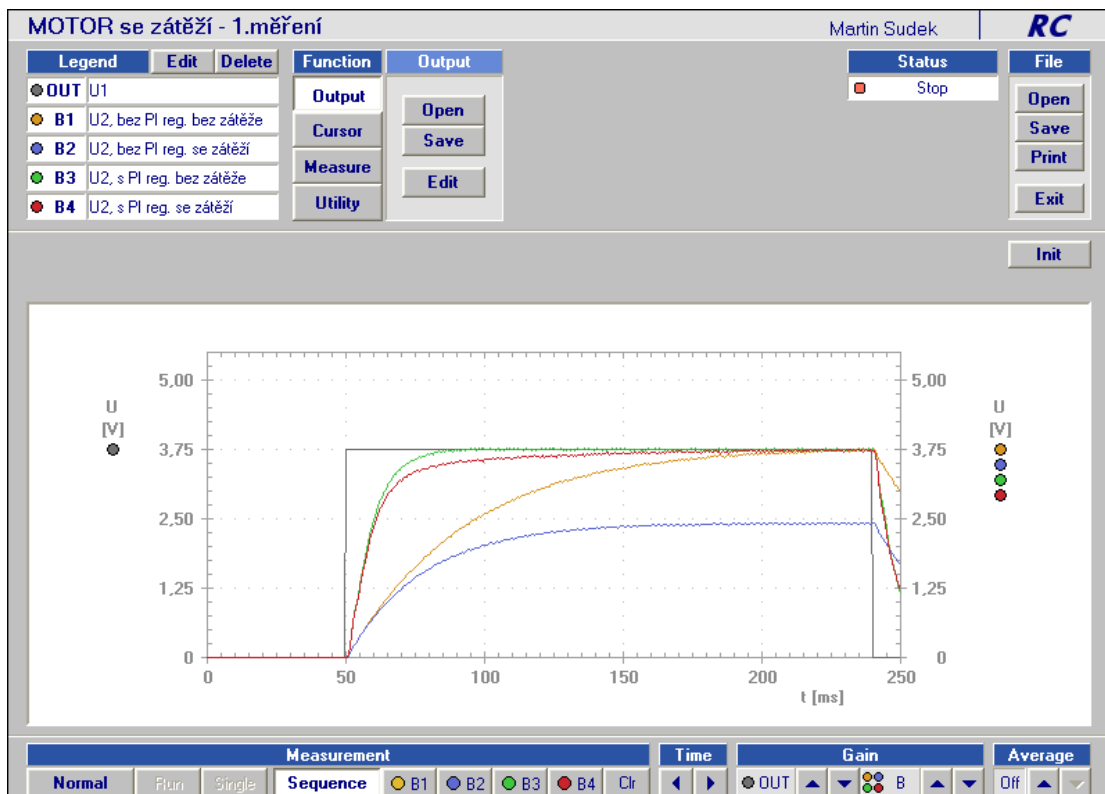
**Postup:** Zapojili jsme obvod podle schématu na obrázku 96, spustili program rc 2000 a zaznamenali první dvě charakteristiky. Po přepojení podle obrázku 97 jsme zaznamenali charakteristiky druhých dvou měření, viz obrázek 98.

Tabulka 43 : hodnoty měření 1 motor-generátor PI regulátor a jeho zapojení

| Zapojení                                      | P regulator                       | I regulator                   |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| MG bez PI regulátoru                          |                                   |                               |
| MG bez PI regulátoru se zátěží $R_z=10\Omega$ |                                   |                               |
| MG s PI regulátorem                           | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=90k\Omega$ |
| MG s PI regulátorem se zátěží                 | $R_1=10k\Omega$ , $R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF$ , $R_i=90k\Omega$ |



Obrázek 97 : Měřící obvod motor-generátor s PI regulátorem-zatížení



Obrázek 98 : Motor se zátěží 1. měření RC didactic

**Závěr:** Žlutý průběh: bez regulace a zátěže pomalu se blíží požadované hodnotě.

Modrý průběh: bez regulace se zátěží. Zátěž sníží jeho maximum.

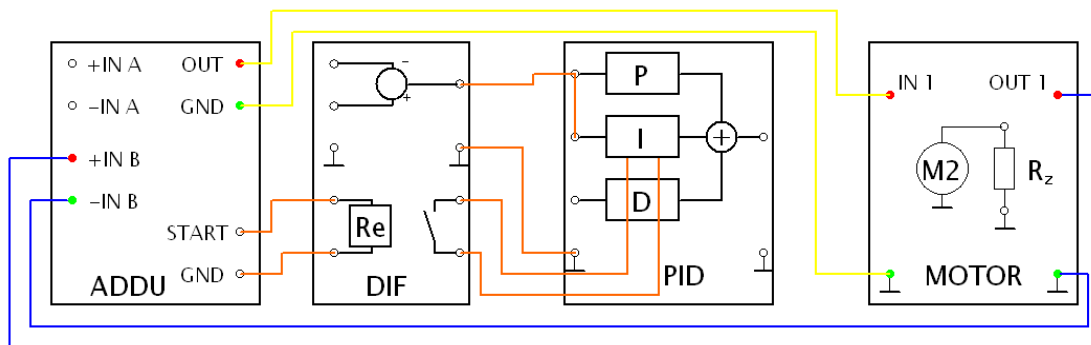
Zelený průběh: s regulací bez zátěže rychle reguluje na požadovanou hodnotu

Červený průběh: s regulací se zátěží rychle reguluje na požadovanou hodnotu ale ztráty na zátěži zpomalí regulaci

## 2.17 Měření 2 - Zatížená soustava Motor-generátor s PI regulátorem

**Úkol:** Porovnejte zapojení soustavy motor-generátor s PI regulátorem a bez regulátoru při nahodilém zatěžování rezistorem  $R=10\Omega$ .

Připravte si bloky DIF, PID, DELAY, MOTOR, R DEC, C DEC

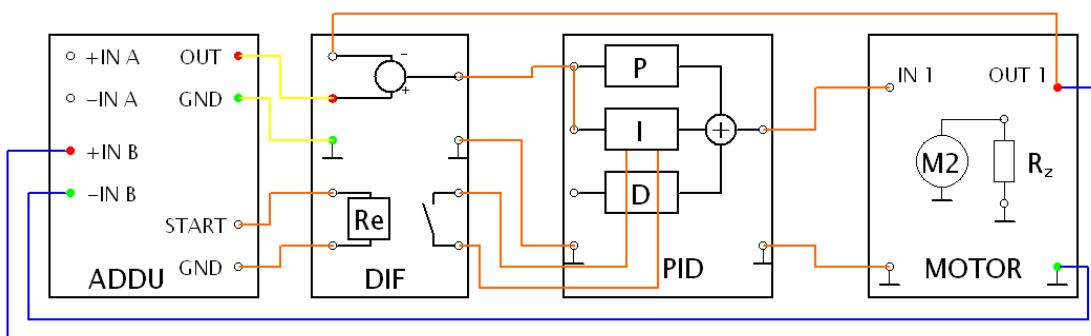


Obrázek 99 : Měřící obvod motor bez PI regulátoru - měření 2

**Postup:** Zapojili jsme obvod dle obrázku 99. Spustili program rc2000 nastavili časovou osu TIME na 2s/dílek(asi 10s měření) nahodile zatěžovali rezistorem  $R_z=10\Omega$ . Měření jsme zaznamenali. Změnili zapojení dle obrázku 100 a hodnot z tabulky 44. Spustili měření a nahodile zatěžovali stejným rezistorem.

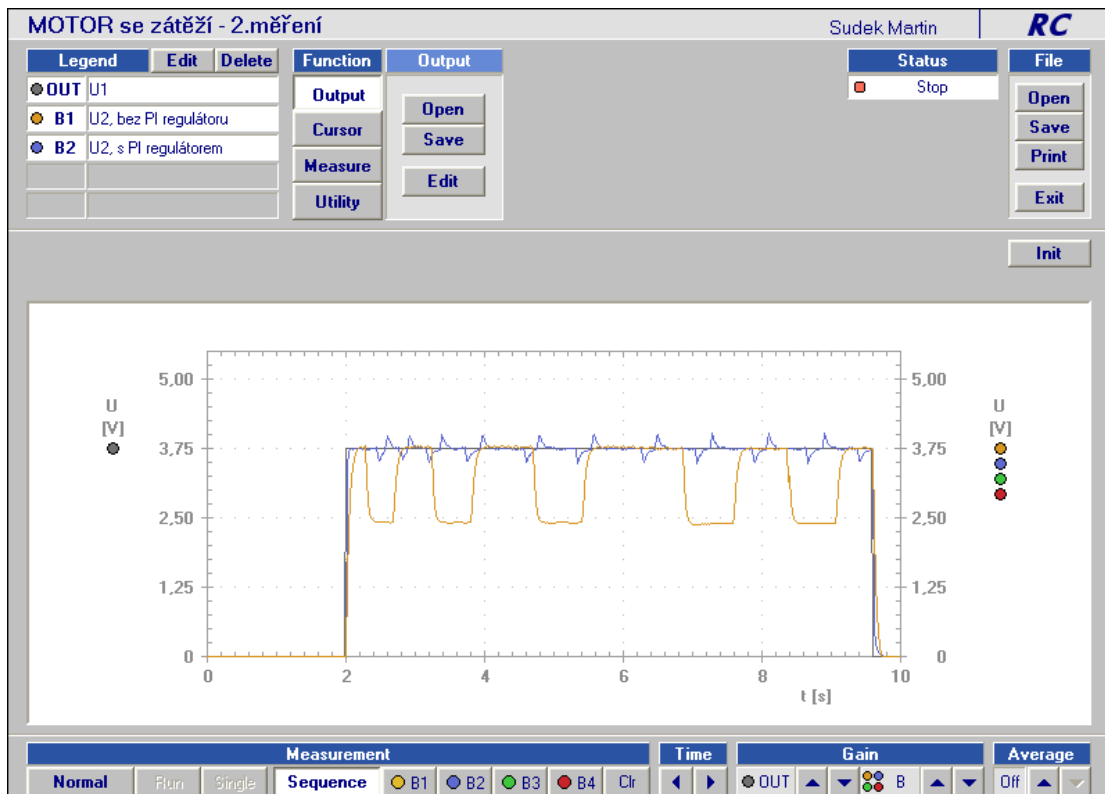
Tabulka 44 : Hodnoty měření 2 motor-generátor PI regulátor a jeho zapojení

| Zapojení  | P regulator                    | I regulator                |
|---|--------------------------------|----------------------------|
| MG bez PI regulátoru nahodilé zátěžování $R_z=10\Omega$ |                                |                            |
| MG s PI regulátoru nahodilé zátěžování $R_z=10\Omega$   |                                |                            |
|   | $R_1=10k\Omega, R_2=50k\Omega$ | $C_i=100nF, R_i=90k\Omega$ |



Obrázek 100 : Měřící obvod motor-generátor s PI regulátorem - měření 2

Zaznamenané průběhy jsou zobrazeny na obrázku 101.



Obrázek 101 : Motor se zátěží 2. měření

**Závěr:** Žlutý průběh: bez regulace. Při zatížení prudce klesne napětí.

Modrý průběh: s regulací. Dojde k malé výchylce a posléze je systém doregulován na požadovanou hodnotu.