

## Geliştirilmiş RGU Fotometrisi

S.Karaali, İ.Ü.F.F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü.

**Özet:** Galaksimizin incelenmesinde kullanılan fotometri sistemlerinden biri olan RGU üç renk fotometrisinin uygulanmasında karşılaşılan en önemli zorluk R,G ve U bantlarında fotoelektrik kadirlerin bulunmamasıdır. Bu durum, fotoelektrik olarak tanımlanan UBV üç renk fotometrisinden (fotoğrafik) RGU ya dönüşüm yapmayı zorunlu hale getirmektedir.

İlk kullanılan ve deneysel olarak bulunan formüller Stock'a (1956) ait olup Becker (1962) tarafından bir miktar düzeltilmiştir. 1960 lı yılların sonuna doğru kullanılmaya başlanan Steinlin (1968) formülleri bir miktar geliştirilmiş ve bugüne kadar birçok çalışmada kullanılmış olmasına rağmen bunların sistematik hatalar içerdiği anlaşılmıştır (Buser, 1978). Gerçekten U kadirleri arasındaki  $U_{RGU} = U_{UBV} + 1.24$  dönüşüm formülü sadece fotoğrafik UBV ve fotoğrafik RGU için doğrudur; çünkü U lar için her iki sistemde de aynı plâk ve aynı filtre kullanılmaktadır. Halbuki Steinlin formülleri ile fotoelektrik U,B ve V kadirleri fotoğrafik R,G ve U kadirlerine dönüştürülmektedir.

1978 yılında Buser (1978), ana kol yıldızları için ayrıntılı spektral enerji dağılımları kullanmak sureti ile elde ettiği U,B ve V kadirlerini aynı yolla tayin ettiği R,G ve U kadirlerine dönüştürmüş böylece Steinlin formüllerindeki sistematik hatayı ortadan kaldırmıştır.

Buser formülleri yaklaşık 10 yıldan beri bilinmesine rağmen, uygulaması ilk defa 1987 yılında Fenkart ve Karaali tarafından, M 5 galaksisi doğrultusunda ekvatorial koordinatları  $\alpha = 15^h 16^m.0$ ,  $\delta = +2^{\circ} 16'$  (1950), galaktik koordinatları  $l=4^{\circ}.0$ ,  $b= +47^{\circ}.0$  (1950) olan 1.05 derece karelik bir yıldız alanına yapılmış ve bulunan deneysel sonuçlarla modellerden elde edilen sonuçların uyduğu görülmüştür.

1. Giriş. Çeşitli fotometri sistemleri vardır. Basel Üniversitesi ile işbirliği çerçevesinde bölümümüzün kullandığı fotometri sistemleri RGU ve UBV dir. Bu sistemlere ait spektral bantların  $\lambda$  etkin dalga boyları ve  $\Delta\lambda$  yarı bant genişlikleri Cetvel 1 de verilmiştir.

UBV fotoelektrik olarak, daha çok kullandığımız RGU fotometrisi ise fotoğrafik olarak tanımlanmıştır. Bu durum RGU yu UBV ye bağımlı yapmaktadır; bir yıldız alanında ölçtüğümüz yaklaşık 2000 yıldızın fotoğrafik R,G ve U kadirlerini tayin edebilmemiz için çizdiğimiz kararım eğrisinde kullandığımız standart yıldızların R,G ve U kadirleri U,B ve V kadirleri yardımı ile hesaplanır. UBV fotometrisinden RGU fotometrisine geçişi sağlayan dönüşüm formülleri, RGU nun kuruluşundan bu yana (Becker, 1938) birkaç defa geliştirilmiştir. Bundan başka Galaksinin yapısı hakkındaki bilgimiz de artmıştır. Aşağıda kısaca bu konulara değinilecektir.

2. Dönüşüm Formülleri. UBV ve RGU fotometrileri arasındaki ilk dönüşüm formülleri Stock (1956) tarafından deneysel olarak bulunmuş, bunlar daha sonra Becker (1962) tarafından düzeltilmiştir. Cetvel 2 de bu formüller verilmiştir.

Steinlin (1968) tarafından, yine deneysel olarak, bulunan dönüşüm formülleri daha geliştirilmiş olup bu formüller 1987 yılına kadar kullanılmıştır. Steinlin formülleri Cetvel 3 te verilmiştir. Kırmızı yıldızlar ( $(B-V)_0 > 1^m.0$ ) için bu formüllerden elde edilen G ve R kadirlerine ayrıca sırası ile  $-0^m.22$  ve  $-0^m.15$  lik bir düzeltme uygulanır.

Steinlin formülleri, Stock-Becker formüllerinden daha iyi olmalarına ve uzun zaman kullanılmalarına rağmen önemli bir kusuru içermektedir. Görüldüğü gibi  $U_{RGU}$  ve  $U_{UBV}$  kadirlerinin sadece sıfır noktaları farklıdır. Bu durum fotoğrafik UBV ve fotoğrafik RGU için doğrudur. Çünkü her iki sisteme ait U lar için aynı plâk ve aynı filtre kullanılır. UBV fotometrisinde fotoelektrik U bandı ile fotoğrafik U bandının farklı olduğu bilinmektedir. UBV den RGU ya dönüşüm yaparken kullanılan kadirler fotoelektrik olduğundan Steinlin formülleri sistematik hatalar içeriyor.

### 2.1) Doğru Dönüşüm Formüllerinin Elde Ediliş Yöntemi

Doğru dönüşüm formülleri, teorik U, B ve V ve R, G ve U kadirlerinin karşılaştırılmasından elde edilir. Bu amaç için:

- I) Her  $i$  ( $U_{UBV}, B, V, R, G, U_{RGU}$ ) bandına ait  $S_i(\lambda)$  duyarlılık fonksiyonu tayin edilmelidir. Bunun için
- Filtreyi yapan fabrikanın kataloğundaki geçirgenlik eğrileri,
  - Plâğı üreten fabrikanın kataloğundaki emülsiyon duyarlılık eğrileri ve
  - Arz atmosferinin zenitteki geçirgenliği kullanılır.

II) Atmosfer modelleri kullanılarak sunî spektrum elde edilmeli ve buna ait  $F(\lambda)$  flüksi tayin edilmelidir. Buna göre teorik bir  $m_i$  ( $U_{UBV}$ ,  $B, V, R, G, U_{RGU}$ ) kadiri,

$$m_{i,x} = -2.5 \log \int_0^{+\infty} F(\lambda) S_i(\lambda) (T(\lambda))^x d\lambda + c_i$$

ifadesinden bulunur. Burada  $c_i$  bir sabit,  $T(\lambda)$  normalleştirilmiş yıldızlararası geçirgenlik fonksiyonu,  $x: 0,1,2,3,4,5,6$  tamsayı değerlerini alan ve yıldızlararası maddenin birim sayısını gösteren bir parametredir.

2.2) Buser Formülleri. Buser (1978), Matthews ve Sandage (1963) ve, Azusienis ve Straižys (1969) un verilerini kullanarak elde ettiği teorik  $U, B, V$  kadirlerini kendisine ait verilerle tayin ettiği  $R, G, U$  kadirleri ile karşılaştırmak sureti ile Cetvel 4 teki dönüşüm formüllerini elde etmiştir.

Şunu önemle belirtmek gerekir ki bu şekilde kurulan teorinin gözlemlerle uyuşması gerekir. Buser'in teorik ( $U-G, G-R$ ) iki renk diyagramı gözlemsel verilerle uyum içindedir. Buser formüllerinin sadece Pop.I ana kol yıldızları için geçerli olduğunu da belirtmemiz gerekir.

Buser, yukarıda bahsedilen dönüşüm formülleri için sıfır noktasını (kızarmamış) bir  $BO V$  yıldızının renk indeksini  $(U-G)_0 = (G-R)_0 = 0.00$  olacak şekilde tespit etmiştir. 1987 yılında ise sıfır noktasında bir değişiklik yapmış ve (kızarmamış) bir  $AO V$  yıldızı için kabul edilen  $(U-B)_0 = (B-V)_0 = 0.00$  değerinden hareket ederek

böyle bir yıldız için  $(U-G)_0 = 1.24$ ,  $(G-R)_0 = 0.32$  ve  $G_0 = V_0$  bulmuştur. O zaman dönüşüm formülleri Cetvel 5 teki gibi olur.

Buser formüllerinin uygulama alanına konulması için  $(U-G, G-R)$  iki renk diyagramının kalibrasyonunun yapılması gerekirdi. Galaksimizin yapısı hakkındaki gelişmeleri de dikkate alan Buser iki renk diyagramını Pop I (V. parlaklık sınıfı= Genç İnce Disk), Yaşlı İnce Disk, Kalın Disk ve Sferoid (Halo) olmak üzere dört bölgeye ayırmıştır. Bu ayırımında kullandığı kriter  $[M/H]$  metal bolluğudur. Buna göre galaksimizin ilk iki bileşeni için  $[M/H] = 0.0$ , kalın disk için  $-0.8$  ve halo için  $-1.8$  dir. Bu ayırım Şek.1 de gösterilmiştir. Bu şekil yardımı ile önce yıldızın popülasyon sınıfı teyin ediliyor, sonra bu şekilden bulunan  $\delta(U-G)$  morötesi eksesi Şek.2 de kullanılmak sureti ile yıldızın metal bolluğu tayin ediliyor. Yıldızın  $M_G$  mutlak kadiri de Şek.3 te her popülasyon sınıfı için ayrı ayrı verilen  $(M_G, G-R)$  renk-kadir diyagramından bulunur.

Buser'in teorisinin ilk uygulaması 1987 yılında Fenkart ve Karaali tarafından galaktik koordinatları  $l=4^{\circ}0$ ,  $b=+47^{\circ}0$  (1950), ekvatorial koordinatları  $\alpha=15^h 16^m.0$ ,  $\delta=+2^{\circ} 16'$  (1950) olan 1.05 derece karelik yıldız alanına uygulanmış, İnce Disk ( Pop.I + Yaşlı İnce Disk), Kalın Disk ve Sferoid (Halo) için ayrı ayrı  $M_G$ : 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 ve 7-8 mutlak kadir aralıklarındaki  $D^{\oplus}(r) = \log D(r) + 10$  yoğunluk değerleri hesaplanmıştır. Galaksi bileşenlerine ait olan

bu  $D^*$  (r) değerleri birleştirildiğinde bunların, bundan önceki çalışmalarda olduğu gibi, Gilmore-Wyse (1985) modeli ile iyi bir şekilde uyduğu görülmüştür. Eleşenler ayrı ayrı modellerle karşılaştırıldığında ise sadece  $M_G:5-6$  mutlak kadir aralığı için çizilen yoğunluk histogramlarının, fakat diğer değerler için ise modellerle uyduğu görülmüştür. Bu uyumsuzluğun sebebi bundan sonra yapılacak çalışmalarla anlaşılacak.

#### Kaynaklar.

- Azusienis, A., Straizys, V., 1969. Soviet Astron. A.J. 13, 316.
- Becker, W., 1938. Zs. Astrophys. 15, 225.
- Becker, W., 1962. Zs. Astrophys. 54, 155.
- Buser, R., 1978. Astron. Astrophys. 62, 425.
- Gilmore, G., Wyse, R.F.G., 1985. Astron. J. 90, 2015.
- Matthews, T.A., Sandage, A.R., 1963. Astrophys. J. 138, 30.
- Steinlin, U.W., 1968. Zs. Astrophys. 69, 276.
- Stock, J., 1956. Ap.J. 123, 258.

Cetvel 1. Spektrel bantların  $\lambda$  etkin dalga boyları ve  $\Delta\lambda$  yarı bant genişlikleri.

Bant	$\lambda(A)$	$\Delta\lambda(A)$	Bant	$\lambda(A)$	$\Delta\lambda(A)$
U	3500	700	U	3690	540
B	4350	970	G	4680	490
V	5550	850	R	6380	400

Cetvel 2. Stock-Becker dönüşüm formülleri.

$$R = V - 0.51 (B - V) - 0^m.21$$

$$G = B - 0.37 (B - V)$$

$$U = U_{UBV} + 1^m.01$$

Cetvel 3. Steinlin dönüşüm formülleri.

$$R = V - 0.04 (U - B) - 0.22 (B - V) - 0^m.32 - 0.39 E(B - V) + 0.03 E^2(B - V)$$

$$G = V - 0.08 (U - B) + 0.93 (B - V) - 0.12 E(B - V) + 0.045 E^2(B - V)$$

$$U = U_{UBV} + 1^m.24$$

Cetvel 4. Buser (1978) in dönüşüm formülleri.

$$U - G = 1.17 (U - B) + 0.15 (B - V) + 1^m.31 + \Delta_1$$

$$G - R = 1.27 (B - V) - 0.04 (U - B) + 0.34 + \Delta_2$$

$$G = V + 0.63 (B - V) - 0.01 (U - B) + \Delta_3$$

$$U = U_{UBV} + 0.16 (U - B) - 0.22 (B - V) + 1^m.31 + \Delta_4$$

$$R = V - 0.64 (B - V) + 0.03 (U - B) - 0^m.34 + \Delta_5$$

$$\text{Burada } \Delta_i = \alpha_i E(B - V) + \beta_i E^2(B - V) + \gamma_i E^3(B - V),$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5$  olup  $\alpha_i, \beta_i$  ve  $\gamma_i (B - V)_0$  in fonksiyonu olarak cetveller halinde verilir (Buser, 1978).

Cetvel 5. Buser(1987) in dönüşüm formülleri.

$$U-G = 1.17 (U-B) + 0.15 (B-V) + 1^m.24 + \Delta_1$$

$$G-R = 1.27 (B-V) - 0.04 (U-B) + 0^m.32 + \Delta_2$$

$$G = V + 0.63 (B-V) - 0.01 (U-B) + \Delta_3$$

$$U = U_{UBV} + 0.16 (U-B) - 0.22 (B-V) + 1^m.24 + \Delta_4$$

$$R = V - 0.64 (B-V) + 0.03 (U-B) - 0^m.32 + \Delta_5$$

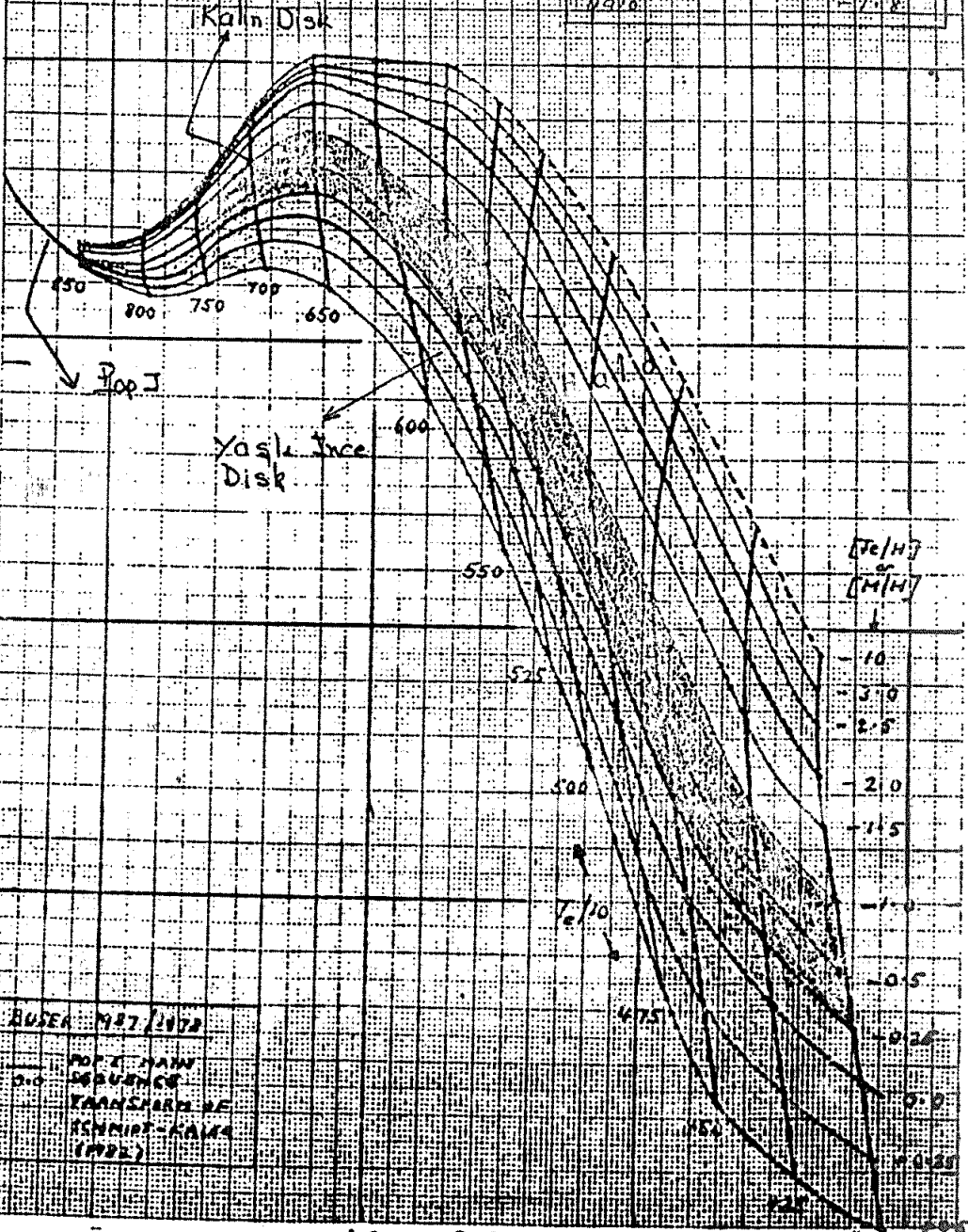


U.S. 20 07K 35 2.0

THEORETICAL RED BLANKETING VECTORS AND ISO-METALLICITY LINES FOR DWARF STARS

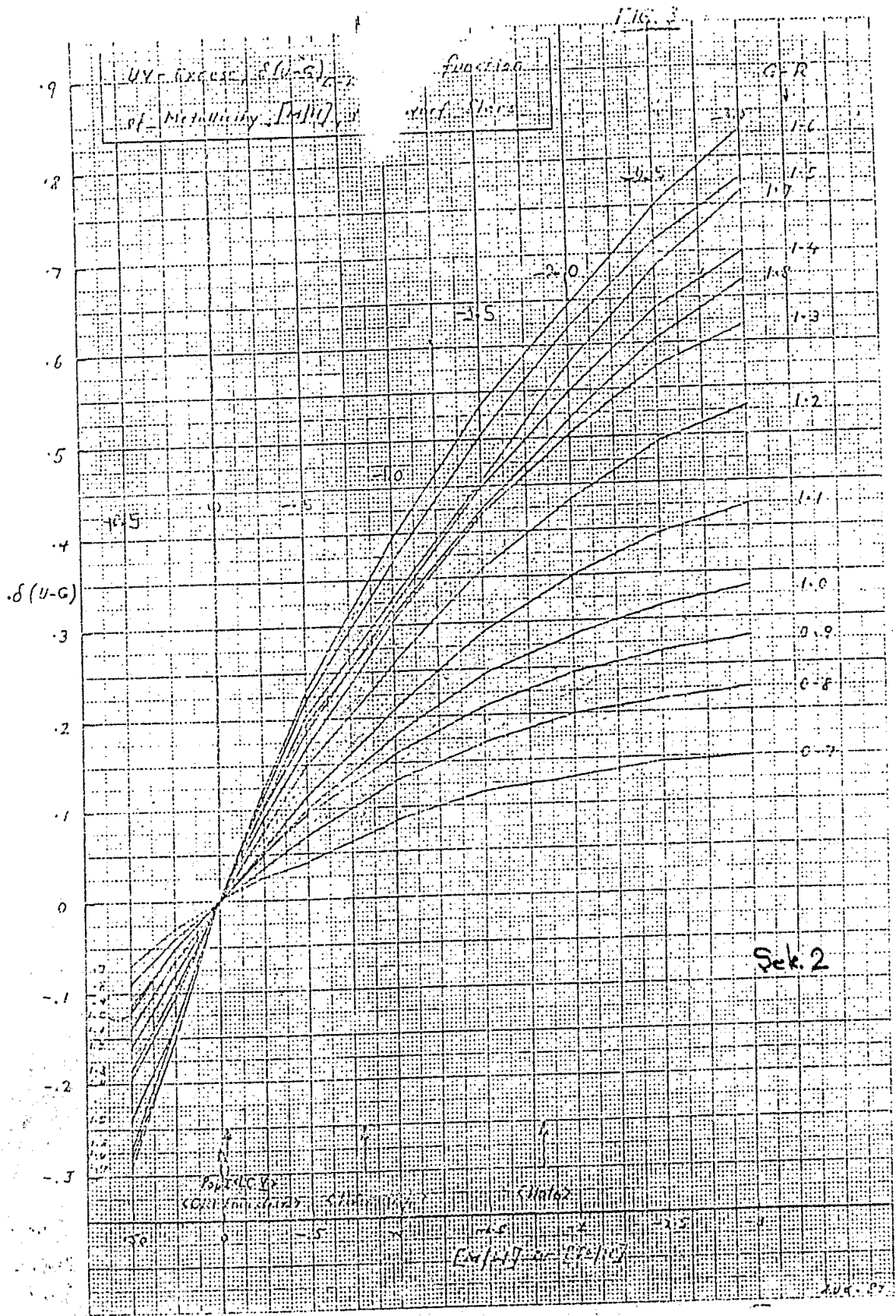
U-G

Population	SIZE (M <sub>S</sub> )
Pop I (LF 8)	0.0
Old thin disk	0.0
Thin disk	0.8
1976	-1.8



Sek. 1

BUSEA 1987/1979  
 POP I MAIN SEQUENCE  
 TRANSFORMED BY  
 SCHMIDT-KALIN (1972)



Theoretical calibration of Color-Magnitude Diagram

